บทที่ 4

ผลการทดลอง

มะม่วงน้ำดอกไม้

1. คัดเลือกและวิเคราะห์สมบัติของวัตถุดิบ

1.1 คัดเลือกวัตถุดิบ

มะม่วงน้ำดอกไม้ที่ใช้ในการทดลองมีขนาด 300-350 กรัม/ผล คัดมะม่วงให้มีความแก่ใกล้เคียงกันโดยใช้ความถ่วงจำเพาะของมะม่วงเป็นเกณฑ์ ซึ่งจะดูลักษณะการจม-ลอยในน้ำเกลือของมะม่วง การทดลองนี้ใช้มะม่วงที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.01-1.03 ซึ่งเป็นมะม่วงที่จมในน้ำเกลือ 1 % และลอยในน้ำเกลือ 5 % บ่มมะม่วงที่อุณหภูมิห้อง แล้วคัดมะม่วงให้มีระดับความสุกเหมาะสมสำหรับใช้ในการทดลองโดยใช้สมบัติทางเคมีและทางกายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของมะม่วงเป็นเกณฑ์ สุ่มมะม่วงมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและทางกายภาพทุกวันได้ผลดังตารางที่ 4.1 แล้วประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยเริ่มจากมะม่วงที่บ่มนาน 2 วัน ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ระยะเวลาบ่มต่างกัน

ระยะเวลาบ่ม (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	pH	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%)	TSS (^{0}Brix)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)
1	$3.87^{a} \pm 0.12$	$0.73^{a} \pm 0.03$	$14.63^{d} \pm 0.69$	$11.01^{a} \pm 0.51$	$13.48^{a} \pm 0.54$
2	$4.11^{d} \pm 0.09$	$0.46^{b} \pm 0.02$	$17.30^{c} \pm 0.24$	$14.13^{d} \pm 0.37$	$5.16^{b} \pm 0.19$
3	$4.48^{c} \pm 0.10$	$0.25^{c} \pm 0.02$	$17.96^{b} \pm 0.13$	$16.12^{c} \pm 0.11$	$3.89^{c} \pm 0.23$
4	$4.93^{b} \pm 0.09$	$0.18^{d} \pm 0.02$	$18.13^{ab} \pm 0.28$	$16.62^{b} \pm 0.12$	$3.33^{d} \pm 0.23$
5	$5.44^{a} \pm 0.10$	$0.12^{e} \pm 0.01$	$18.45^{ab} \pm 0.16$	$17.12^{a} \pm 0.16$	$2.83^{e} \pm 0.11$
6	$5.58^{a} \pm 0.08$	$0.10^{e} \pm 0.01$	$18.72^{a} \pm 0.24$	$17.29^{a} \pm 0.12$	$2.66^{e} \pm 0.15$

a,b,c...ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ระยะเวลาบ่มต่างกัน

ระยะเวลาบ่ม (วัน)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
2	$7.03^{b} \pm 0.85$	$5.13^{c} \pm 0.74$	$5.63^{b} \pm 0.63$	$8.53^{a} \pm 1.13$	$5.50^{b} \pm 0.76$
3	$8.80^{a} \pm 1.15$	$7.87^{b} \pm 0.77$	$8.80^{a} \pm 0.94$	$7.70^{b} \pm 0.59$	$8.37^{a} \pm 0.74$
4	$8.43^{a} \pm 1.35$	$8.23^{b} \pm 1.13$	$8.40^{a} \pm 0.78$	$7.57^{b} \pm 0.96$	$7.87^{a} \pm 0.67$
5	$5.47^{c} \pm 1.20$	$9.13^{a} \pm 0.55$	$5.23^{bc} \pm 1.07$	$4.90^{c} \pm 1.02$	$4.27^{c} \pm 1.13$
6	$5.07^{c} \pm 1.22$	$9.23^{a} \pm 0.80$	$4.97^{c} \pm 0.95$	$4.70^{c} \pm 1.01$	$3.87^{c} \pm 0.93$

a,b,c...ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ขั้นตอนการคัดเลือกมะม่วงให้มีระดับความสุกเหมาะสมสำหรับใช้ในการทดลองนี้ จะเลือกมะม่วงที่มีระดับความสุกใกล้เคียงกับมะม่วงที่ใช้รับประทานสด คือ มะม่วงที่มีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย ลักษณะเนื้อสัมผัสไม่นิ่มจนเกินไป จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.2) พบว่า มะม่วงที่บ่มนาน 3 และ 4 วัน มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากกว่ามะม่วงที่บ่มนาน 2 5 และ 6 วัน จึงใช้มะม่วงที่บ่มนาน 3 และ 4 วัน สำหรับทดลองในขั้นตอนต่อไป

1.2 วิเคราะห์สมบัติของวัตถุดิบ

หลังจากผ่านขั้นตอนการศึกษาผลของระดับความสุกของมะม่วงและสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่มีต่อคุณภาพของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งในข้อ 4. พบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้ที่บ่มนาน 3 วัน เป็นมะม่วงที่เหมาะสำหรับการแช่เยือกแข็ง และจะใช้มะม่วงน้ำดอกไม้ที่บ่มนาน 3 วัน สำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บต่อไป จึงสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สมบัติของมะม่วงน้ำดอกไม้ จากการวิเคราะห์สมบัติของมะม่วงน้ำดอกไม้ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (กรดซิตริก) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณวิตามินซี ปริมาณ β-carotene และความแน่นเนื้อได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สมบัติของมะม่วงน้ำดอกไม้ที่บ่มนาน 3 วัน

สมบัติ	ค่าเฉลี่ย* ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	4.47 ± 0.12
ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (กรดซิตริก) (%)	0.25 ± 0.01
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (^{0}Brix)	17.93 ± 0.15
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%)	16.10 ± 0.15
ปริมาณวิตามินซี (mg/100g)	9.32 ± 0.74
ปริมาณ β-carotene (mg/100g)	2.32 ± 0.18
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	3.92 ± 0.19

* ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างที่สุ่มตรวจ 80 ตัวอย่าง

2. ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการแช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer และ cryogenic freezer

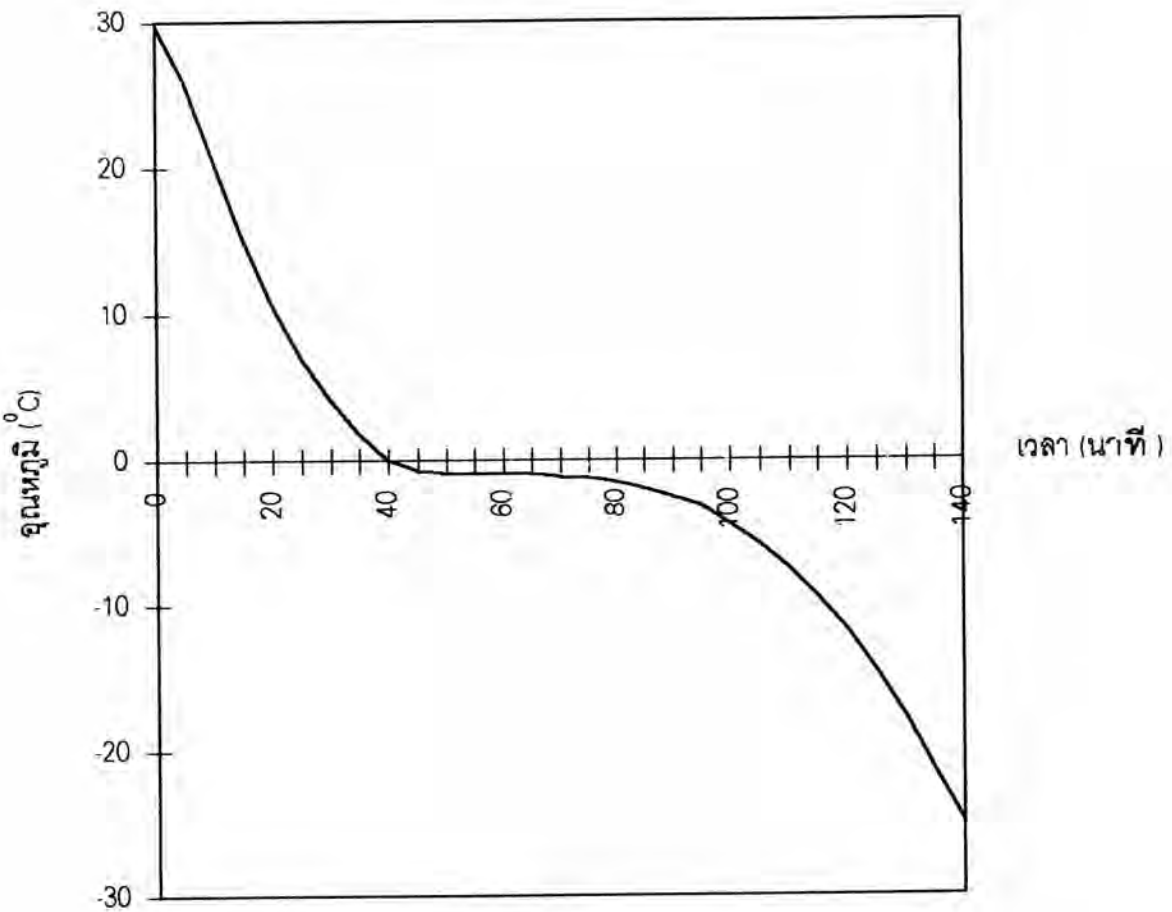
2.1 air blast freezer

ศึกษาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วย air blast freezer ที่อุณหภูมิ -32 องศาเซลเซียส จนอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของมะม่วง เท่ากับ -18 องศาเซลเซียส ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของมะม่วงและเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง แสดงดังรูปที่ 4.1 จากกราฟดังกล่าว พบว่า เวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้จนอุณหภูมิจุดกึ่งกลางถึง -18 องศาเซลเซียส เท่ากับ 130.05 นาที

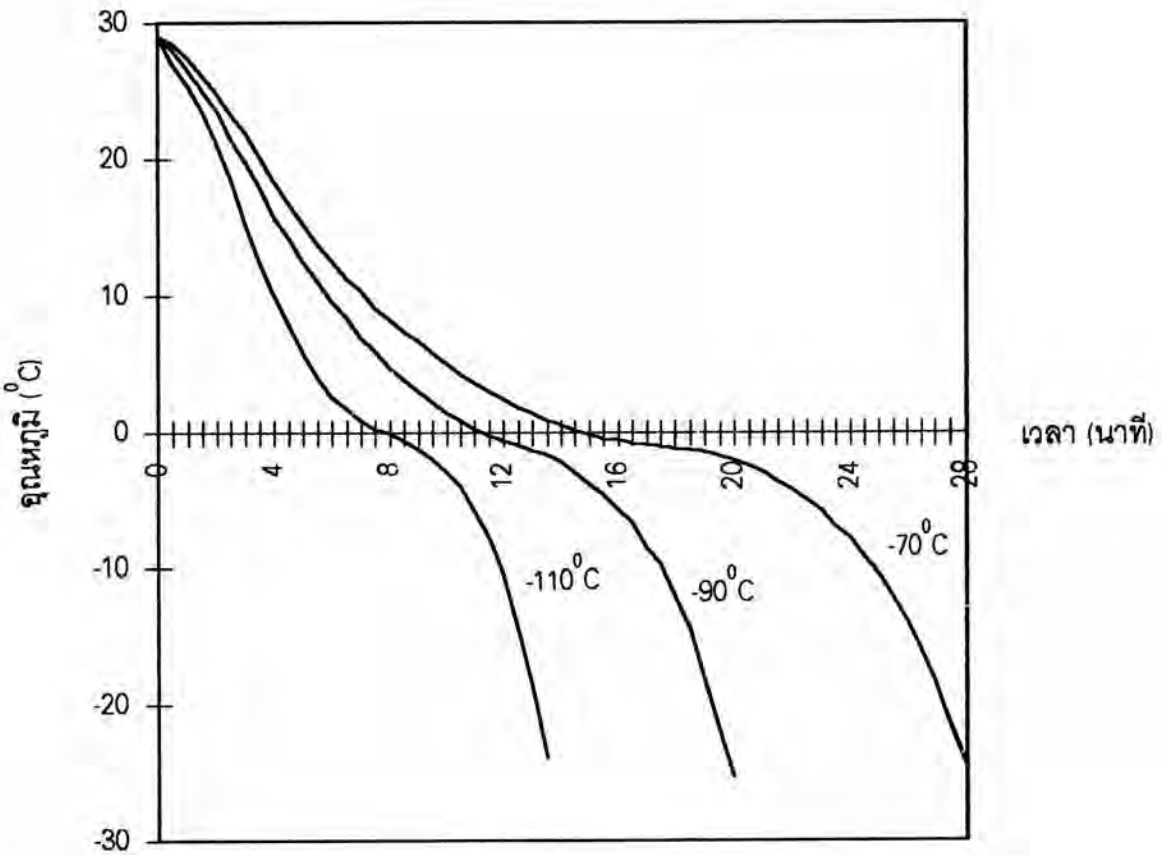
2.2 cryogenic freezer

2.2.1 ศึกษาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง

ศึกษาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วย cryogenic freezer ที่อุณหภูมิ -70 -90 และ -110 องศาเซลเซียส จนอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของชิ้นมะม่วง เท่ากับ -18 องศาเซลเซียส ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของมะม่วงและเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer ที่อุณหภูมิ -70 -90 และ -110 องศาเซลเซียส แสดงดังรูปที่ 4.2 จากกราฟดังกล่าว พบว่าเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งต่าง ๆ จนอุณหภูมิจุดกึ่งกลางถึง -18 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.4



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer ที่อุณหภูมิ -70 -90 และ -110 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.4 เวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วย cryogenic freezer ที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งต่างกัน

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (^{0}C)	เวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง (นาที)
-70	26.45
-90	18.90
-110	12.90

2.2.2 ศึกษาอุณหภูมิในการแช่เยือกแข็งที่เหมาะสม

ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วย cryogenic freezer โดยนำชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ผ่านการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -70 -90 และ -110 องศาเซลเซียส ตามข้อ 2.2.1 มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้ผลดังตารางที่ 4.5 และประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางกายภาพของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer ที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งต่างกัน

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (^{0}C)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	การสูญเสียน้ำหนักหลังการแช่เยือกแข็ง^{ns} (%)	การสูญเสียน้ำหนักหลังการละลายน้ำแข็ง (%)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)
-70	1.61 ± 0.16	2.66^a ± 0.12	1.52^b ± 0.08
-90	1.49 ± 0.13	2.37^b ± 0.12	1.75^a ± 0.14
-110	1.47 ± 0.14	2.31^b ± 0.18	1.80^a ± 0.08

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.6 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer ที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งต่างกัน

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (^{0}C)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ลักษณะปรากฏ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
-70	$7.90^a \pm 0.71$	$7.57^b \pm 0.70$	$6.67^b \pm 0.79$
-90	$8.43^a \pm 0.98$	$8.53^a \pm 0.95$	$7.63^a \pm 0.90$
-110	$3.00^b \pm 1.05$	$8.60^a \pm 0.74$	$3.77^c \pm 1.02$

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ (ตารางที่ 4.5) และประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.6) การแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่อุณหภูมิ -90 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์จะสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งต่ำ มีความแน่นเนื้อสูง และมีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูง ดังนั้น จึงเลือกอุณหภูมิ -90 องศาเซลเซียส สำหรับการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วย cryogenic freezer

3. ศึกษาผลของสารละลายที่ใช้ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล

3.1 ศึกษาผลการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของสารละลายผสมระหว่างกรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิก

นำมะม่วงน้ำดอกไม้ที่บ่มนาน 3 และ 4 วัน ปอกเปลือก ฝานเป็น 2 ชิ้น แช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer แล้วนำมาตรวจสอบระดับการเกิดสีน้ำตาลหลังละลายน้ำแข็ง โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร พบว่า มะม่วงที่บ่มนาน 4 วัน มีระดับการเกิดสีน้ำตาลมากกว่า จึงใช้มะม่วงที่บ่มนาน 4 วัน มาทดลองเพื่อหาภาวะที่เหมาะสมในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ได้ผลดังตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เนื่องจากความเข้มข้นของกรดซิตริก ความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก และเวลาที่ใช้แช่ในสารละลาย แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 ระดับการเกิดสีน้ำตาลในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เมื่อใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ความเข้มข้นและเวลาที่ใช้แช่ในสารละลายต่างกัน

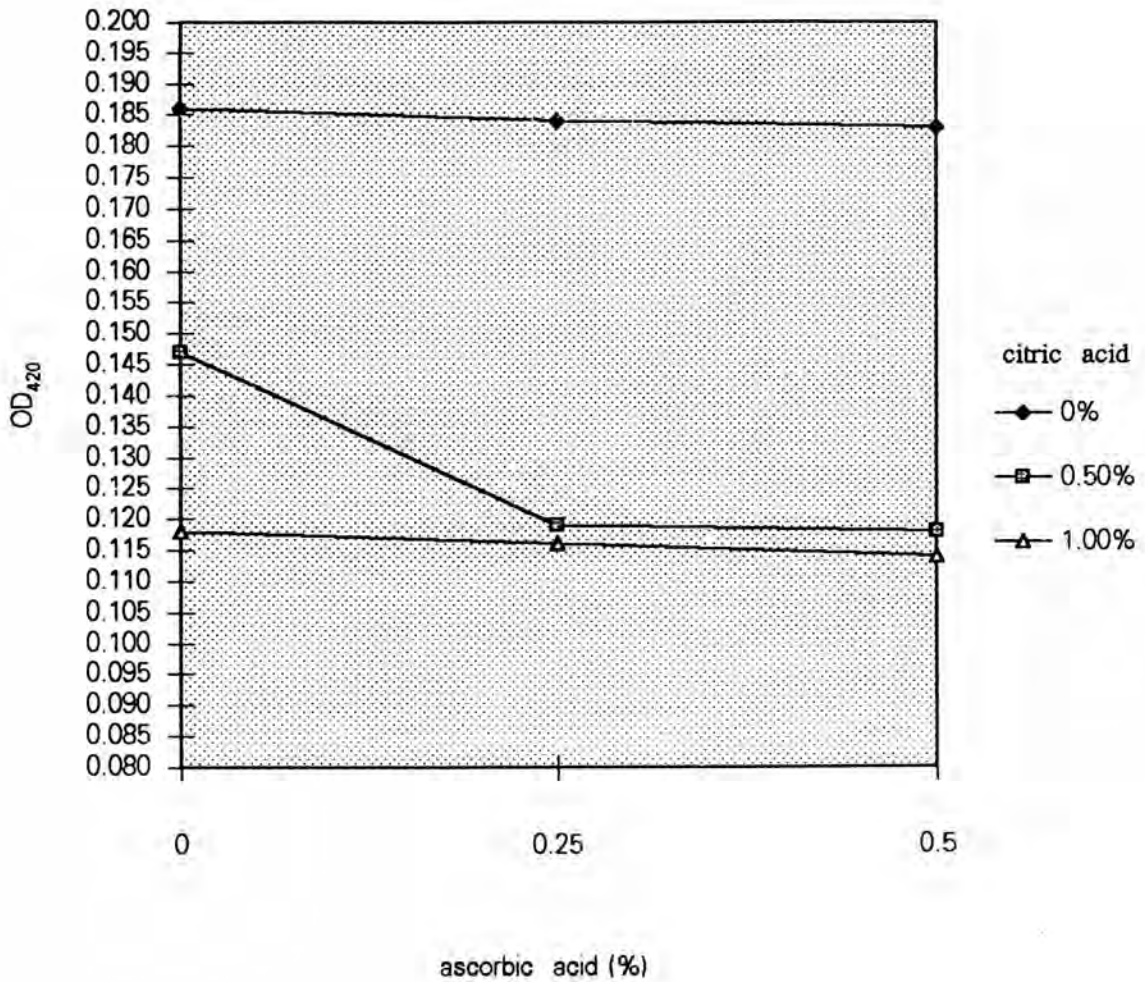
ความเข้มข้นของกรดซิตริก (%)	ความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก (%)	เวลาที่ใช้แช่ในสารละลาย (นาที)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	0	5	0.182 ± 0.012
		10	0.191 ± 0.007
	0.25	5	0.185 ± 0.011
		10	0.183 ± 0.008
	0.50	5	0.184 ± 0.013
		10	0.182 ± 0.017
0.5	0	5	0.148 ± 0.011
		10	0.147 ± 0.004
	0.25	5	0.118 ± 0.008
		10	0.120 ± 0.005
	0.50	5	0.120 ± 0.009
		10	0.116 ± 0.010
1.0	0	5	0.119 ± 0.009
		10	0.117 ± 0.006
	0.25	5	0.117 ± 0.011
		10	0.115 ± 0.006
	0.50	5	0.116 ± 0.009
		10	0.113 ± 0.008

ตารางที่ 4.8 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับการเกิดสีน้ำตาลของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง โดยวัดการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร เนื่องจากความเข้มข้นของกรดซิตริก (A) ความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก (B) และเวลาที่ใช้แช่ในสารละลาย (C)

SOV	ค่า F ของการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร	ค่า F จากตาราง
A	162.420*	3.55
B	5.507*	3.55
C	0.018	4.41
AB	3.096*	2.93
AC	0.124	3.35
BC	0.158	3.55
ABC	0.151	2.93

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการเกิดสีน้ำตาลในมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ ความเข้มข้นของกรดซิตริก ความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของกรดซิตริกและความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของกรดซิตริกและความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก แสดงดังรูปที่ 4.3 และพบว่า เวลาที่ใช้แช่ในสารละลายไม่มีผลต่อระดับการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ ($p > 0.05$) จึงแช่ชิ้นมะม่วงในสารละลายที่ใช้ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล นาน 5 นาที แล้วทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื่องจากความเข้มข้นของกรดซิตริกและความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก แสดงดังตารางที่ 4.10



รูปที่ 4.3 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของกรดซิตริกและความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิกที่มีต่อระดับการเกิดสีน้ำตาล โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง

ตารางที่ 4.9 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งเมื่อใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลชนิดและความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของกรดซิตริก (%)	ความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก (%)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		สี	รสชาติ	ความชอบรวม
0	0	6.83 ± 1.01	8.43 ± 0.93	4.53 ± 0.90
	0.25	6.67 ± 0.96	8.47 ± 0.67	4.87 ± 1.03
	0.50	6.57 ± 0.98	8.30 ± 0.65	4.57 ± 0.94
0.5	0	7.70 ± 0.84	8.03 ± 0.48	7.00 ± 0.68
	0.25	8.03 ± 0.77	8.16 ± 0.59	7.87 ± 0.67
	0.50	8.17 ± 0.94	8.13 ± 0.58	7.70 ± 0.77
1.0	0	8.23 ± 0.78	7.37 ± 0.92	5.97 ± 1.06
	0.25	8.07 ± 0.88	7.23 ± 1.13	6.07 ± 0.98
	0.50	8.17 ± 0.82	7.13 ± 1.19	6.10 ± 1.14

ตารางที่ 4.10 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากความเข้มข้นของกรดซิตริก (A) และความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก (B)

SOV	ค่า F ของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส			ค่า F จากตาราง
	สี	รสชาติ	ความชอบรวม	
A	34.243*	22.457*	107.413*	3.08
B	0.035	0.187	2.544	3.08
AB	0.726	0.179	0.906	2.45

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ความเข้มข้นของกรดซิตริกมีผลต่อการยอมรับด้านสี รสชาติ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับด้านสี รสชาติ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์เนื่องจากความเข้มข้นของกรดซิตริก แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากความเข้มข้นของกรดซิตริก

ความเข้มข้นของกรดซิตริก (%)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	สี	รสชาติ	ความชอบรวม
0	$6.69^{b} \pm 0.97$	$8.40^{a} \pm 0.74$	$4.66^{c} \pm 1.00$
0.5	$7.97^{a} \pm 0.86$	$8.11^{a} \pm 0.54$	$7.52^{a} \pm 0.79$
1.0	$8.16^{a} \pm 0.81$	$7.24^{b} \pm 1.06$	$6.04^{b} \pm 1.04$

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาผลของสารละลายผสมของกรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิกต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง พบว่า การใช้สารละลายกรดแอสคอร์บิกเพียงอย่างเดียว ไม่มีผลต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง($p>0.05$) การใช้สารละลายกรดซิตริกเพียงอย่างเดียวมีผลต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกรดซิตริก การเกิดสีน้ำตาลในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งจะลดลง และการใช้สารละลายสารละลายผสมของกรดซิตริกร่วมกับกรดแอสคอร์บิกมีผลต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล($p \leq 0.05$) แต่การใช้ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก 0.25 % หรือ 0.50 % ระดับการเกิดสีน้ำตาลจะไม่แตกต่างกัน($p>0.05$) ดังรูปที่ 4.3 ประกอบกับเมื่อประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าความเข้มข้นของกรดซิตริกมีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกรดซิตริกถึง 1.0 % คะแนนด้านรสชาติ และความชอบรวมจะลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์จะมีรสเปรี้ยว ดังนั้น ภาวะที่เหมาะสมของการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง คือ แช่ชิ้นมะม่วงในสารละลายผสมของกรดซิตริก 0.5 % ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก 0.25 % นาน 5 นาที

3.2 เปรียบเทียบผลการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลระหว่างกรดแอสคอร์บิกและกรดอิริทอร์บิกโดยใช้กรดแอสคอร์บิกและกรดอิริทอร์บิก 0.25 % ร่วมกับกรดซิตริก 0 0.50 และ 1.00 % ดังนี้

-กรดอิริทอร์บิก 0.25 %

-กรดแอสคอร์บิก 0.25 %

-กรดซิตริก 0.5 % และ กรดอิริทอร์บิก 0.25 %

-กรดซิตริก 0.5 % และ กรดแอสคอร์บิก 0.25 %

-กรดซิตริก 1.0 % และ กรดอิริทอร์บิก 0.25 %

-กรดซิตริก 1.0 % และ กรดแอสคอร์บิก 0.25 %

นำมะม่วงที่บ่มนาน 4 วัน มาทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลระหว่างกรดแอสคอร์บิกและกรดอิริทอร์บิก โดยแช่ในสารละลายดังกล่าวข้างต้น แล้วนำไปแช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer จากนั้นหาระดับการเกิดสีน้ำตาลโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ได้ผลดังตารางที่ 4.12 และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสได้ผลดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.12 ระดับการเกิดสีน้ำตาลในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เมื่อใช้ชนิดของกรดต่างกัน

สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กรดอิริทอร์บิก 0.25 %	$0.186^{a} \pm 0.020$
กรดแอสคอร์บิก 0.25 %	$0.185^{a} \pm 0.018$
กรดซิตริก 0.5 % + กรดอิริทอร์บิก 0.25 %	$0.121^{b} \pm 0.010$
กรดซิตริก 0.5 % + กรดแอสคอร์บิก 0.25 %	$0.117^{b} \pm 0.012$
กรดซิตริก 1.0 % + กรดอิริทอร์บิก 0.25 %	$0.113^{b} \pm 0.011$
กรดซิตริก 1.0 % + กรดแอสคอร์บิก 0.25 %	$0.111^{b} \pm 0.011$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.13 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแช่เยือกแข็งเมื่อใช้กรดอิริทอร์บิกหรือกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นเท่ากัน ร่วมกับกรดซิตริกความเข้มข้นต่างกัน

สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	สี	รสชาติ	ความชอบรวม
กรดอิริทอร์บิก 0.25 %	$6.33^{b} \pm 1.17$	$8.00^{a} \pm 0.93$	$6.04^{b} \pm 0.72$
กรดแอสคอร์บิก 0.25 %	$6.29^{b} \pm 0.96$	$8.04^{a} \pm 0.86$	$5.75^{b} \pm 1.16$
กรดซิตริก 0.5 % + กรดอิริทอร์บิก 0.25 %	$8.17^{a} \pm 1.03$	$8.08^{a} \pm 1.31$	$7.67^{a} \pm 0.94$
กรดซิตริก 0.5 % + กรดแอสคอร์บิก 0.25 %	$8.33^{a} \pm 0.94$	$8.13^{a} \pm 1.26$	$7.54^{a} \pm 1.10$
กรดซิตริก 1.0 % + กรดอิริทอร์บิก 0.25 %	$8.58^{a} \pm 0.67$	$6.63^{b} \pm 1.13$	$5.63^{b} \pm 1.37$
กรดซิตริก 1.0 % + กรดแอสคอร์บิก 0.25 %	$8.67^{a} \pm 0.89$	$6.75^{b} \pm 1.27$	$5.67^{b} \pm 1.25$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลระหว่างกรดแอสคอร์บิกกับกรดอิริทอร์บิก พบว่า กรดทั้งสองชนิดมีผลยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) จึงใช้กรดอิริทอร์บิกแทนกรดแอสคอร์บิกในขั้นตอนยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลต่อไป

4. ศึกษาผลของระดับความสุกของมะม่วงและสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่มีต่อคุณภาพของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง

นำมะม่วงที่บ่มนาน 3 และ 4 วัน มาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ และเวลาที่ใช้แช่ในสารละลาย 10 และ 20 นาที นำไปแช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer ตรวจสอบความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็ง ได้ผลดังตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็งเนื่องจากระดับความสุกของมะม่วง ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และเวลาที่ใช้แช่ในสารละลาย แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.14 ความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็ง เมื่อใช้มะม่วงที่มีระดับความสุกต่างกัน แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น และเวลาแช่ในสารละลายต่างกัน

ระดับความสุก (จำนวนวันที่ใช้บ่ม)	ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (%)	เวลาที่ใช้แช่ในสารละลาย (นาที)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3	0	-	1.19± 0.01
	1.0	10	1.40 ± 0.16
		20	1.49 ± 0.15
	2.0	10	1.50 ± 0.13
		20	1.67 ± 0.17
4	0	-	0.89 ± 0.04
	1.0	10	1.05 ± 0.06
		20	1.11 ± 0.06
	2.0	10	1.12 ± 0.08
		20	1.20 ± 0.08

ตารางที่ 4.15 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง เนื่องจากระดับความสุกของมะม่วง (A) ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (B) และเวลาที่ใช้แช่ในสารละลาย (C)

SOV	ค่า F ของความแน่นเนื้อ	ค่า F จากตาราง
A	81.785*	4.75
B	23.443*	3.88
C	2.810	4.75
AB	0.774	3.88
AC	0.268	4.75
BC	0.844	3.88
ABC	0.121	3.88

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ ระดับความสุกของมะม่วง และความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ค่าเฉลี่ยของความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็งเนื่องจากระดับความสุกของมะม่วง และความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ แสดงดังตารางที่ 4.16 และตารางที่ 4.17 และพบว่า เวลาที่ใช้แช่ในสารละลายไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยของความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็ง เนื่องจากระดับความสุกของมะม่วง

ระดับความสุก (จำนวนวันที่ใช้บ่ม)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3	$1.40^{a} \pm 0.20$
4	$1.04^{b} \pm 0.13$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยของความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็ง เนื่องจากความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์

ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (%)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	$1.04^{c} \pm 0.16$
1.0	$1.26^{b} \pm 0.22$
2.0	$1.37^{a} \pm 0.26$

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

นำมะม่วงที่บ่มนาน 3 และ 4 วัน ที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ นาน 10 และ 20 นาที มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากระดับความสุกของมะม่วง ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และเวลาที่ใช้แช่ในสารละลาย แสดงดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.18 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เมื่อใช้มะม่วงที่มีระดับความสุกต่างกัน ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และเวลาที่ใช้แช่ในสารละลายต่างกัน

ระดับความสุก (จำนวนวันที่ใช้บ่ม)	ความเข้มข้นของสารละลาย $CaCl_2$ (%)	เวลาที่แช่ในสารละลาย (นาที)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
			กลิ่นรส	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
3	0	-	7.90 ± 0.71	5.87 ± 0.83	5.10 ± 1.09
	1.0	10	7.83 ± 0.96	7.47 ± 0.90	7.43 ± 1.00
		20	7.53 ± 0.69	7.40 ± 0.99	7.27 ± 0.78
	2.0	10	6.83 ± 0.84	7.67 ± 1.03	5.80 ± 0.82
		20	6.53 ± 1.14	7.57 ± 0.73	5.60 ± 0.93
4	0	-	8.10 ± 0.99	4.83 ± 0.98	4.33 ± 0.96
	1.0	10	7.83 ± 0.92	6.33 ± 0.77	5.97 ± 0.83
		20	7.60 ± 0.99	6.47 ± 0.93	5.97 ± 0.67
	2.0	10	6.73 ± 0.84	6.57 ± 0.86	4.90 ± 1.11
		20	6.63 ± 1.16	6.23 ± 1.03	4.90 ± 1.00

ตารางที่ 4.19 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากระดับความสุกของมะม่วง (A) ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (B) และเวลาแช่ในสารละลาย (C)

SOV	ค่า F ของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส			ค่า F จากตาราง
	กลิ่นรส	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม	
A	0.331	66.256*	48.648*	3.91
B	34.729*	64.078*	66.584*	3.06
C	1.324	0.207	0.188	3.91
AB	0.209	0.207	2.017	3.06.
AC	0.108	0.002	0.188	3.91
BC	0.351	0.340	0.048	3.06.
ABC	0.047	0.217	0.048	3.06

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ระดับความสุกของมะม่วงมีผลต่อการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบรวม เนื่องจากระดับความสุกของมะม่วง แสดงดังตารางที่ 4.20 ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์มีผลต่อการยอมรับด้านกลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับด้านกลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมเนื่องจากความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ แสดงดังตารางที่ 4.21 ส่วนเวลาที่ใช้แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.20 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากระดับความสุกของมะม่วง

ระดับความสุก (จำนวนวันที่ใช้ในการบ่ม)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
3	6.97[a] ± 1.17	6.05[a] ± 1.34
4	5.88[b] ± 1.17	5.07[b] ± 1.13

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.21 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์

ความเข้มข้นของสารละลาย $CaCl_2$ (%)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	กลิ่นรส	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	8.00[a] ± 0.84	5.35[a] ± 1.03	4.72[a] ± 1.07
1.0	7.70[a] ± 0.88	6.92[b] ± 1.02	6.66[b] ± 1.07
2.0	6.68[b] ± 0.99	7.01[b] ± 1.10	5.30[b] ± 1.03

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาผลของระดับความสุกของมะม่วงและสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่มีต่อคุณภาพของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง โดยวัดความแน่นเนื้อ และประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า มะม่วงที่บ่ม 3 วัน มีความแน่นเนื้อ และคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากกว่ามะม่วงที่บ่มนาน 4 วัน ($p \leq 0.05$) และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงก็จะเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) แต่เมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2.0 % คะแนนด้านกลิ่นรสและคะแนนความชอบรวมจะลดลง ($p \leq 0.05$) เพราะชิ้นมะม่วงจะมีกลิ่นรสแปลกปลอม จึงเลือกใช้มะม่วงที่บ่มนาน 3 วัน สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1.0 % และเวลาที่ใช้แช่ในสารละลายนาน 10 นาที

5. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บ โดยปัจจัยที่ศึกษา คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง 2 ชนิด ได้แก่ air blast freezer และ cryogenic freezer การเตรียมชิ้นมะม่วงก่อนการแช่เยือกแข็ง มี 2 วิธี คือ ชิ้นมะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลายผสมของกรดซิตริกและกรดอิริทอร์บิก และในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (control) กับชิ้นมะม่วงที่ผ่านการแช่ในสารละลายผสมของกรดซิตริกและกรดอิริทอร์บิก แล้วแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (treated) และระยะเวลาเก็บชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 25 สัปดาห์ สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทุก 5 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาเก็บ ดังนี้

5.1 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักหลังแช่เยือกแข็ง การสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็ง และความแน่นเนื้อ ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน ได้ผลดังตารางที่ 4.22 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางกายภาพของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนการแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.22 คุณภาพทางกายภาพของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน

ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	การเตรียมมะม่วง	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
			การสูญเสียน้ำหนักหลังแช่เยือกแข็ง (%)	การสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็ง (%)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)
air blast freezer	control	0	1.54 ± 0.19	3.38 ± 0.11	1.21 ± 0.04
		5	1.46 ± 0.22	3.70 ± 0.21	1.15 ± 0.07
		10	1.48 ± 0.16	4.02 ± 0.31	1.10 ± 0.11
		15	1.55 ± 0.18	3.82 ± 0.23	0.99 ± 0.09
		20	1.53 ± 0.10	4.99 ± 0.19	1.02 ± 0.07
		25	1.64 ± 0.19	5.47 ± 0.36	0.99 ± 0.08
	treated	0	1.47 ± 0.07	3.10 ± 0.16	1.39 ± 0.10
		5	1.42 ± 0.11	3.53 ± 0.28	1.32 ± 0.12
		10	1.50 ± 0.13	3.81 ± 0.10	1.24 ± 0.08
		15	1.52 ± 0.23	3.79 ± 0.28	1.18 ± 0.10
		20	1.60 ± 0.17	4.61 ± 0.33	1.10 ± 0.07
		25	1.44 ± 0.16	5.01 ± 0.30	1.09 ± 0.13
cryogenic freezer	control	0	1.47 ± 0.11	2.75 ± 0.14	1.51 ± 0.14
		5	1.49 ± 0.06	2.96 ± 0.17	1.40 ± 0.11
		10	1.48 ± 0.16	2.82 ± 0.17	1.33 ± 0.11
		15	1.53 ± 0.18	3.23 ± 0.28	1.21 ± 0.14
		20	1.43 ± 0.07	3.53 ± 0.18	1.17 ± 0.09
		25	1.56 ± 0.13	3.94 ± 0.28	1.13 ± 0.13
	treated	0	1.49 ± 0.06	2.46 ± 0.16	1.73 ± 0.18
		5	1.52 ± 0.12	2.60 ± 0.21	1.66 ± 0.14
		10	1.43 ± 0.13	2.74 ± 0.20	1.58 ± 0.14
		15	1.44 ± 0.17	2.96 ± 0.22	1.43 ± 0.15
		20	1.51 ± 0.16	3.10 ± 0.13	1.36 ± 0.13
		25	1.41 ± 0.04	3.23 ± 0.18	1.32 ± 0.12

ตารางที่ 4.23 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางกายภาพของชิ้นมะม่วงดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง (A) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง (B) และระยะเวลาเก็บ (C)

SOV	ค่า F ของคุณภาพทางกายภาพ			ค่า F จากตาราง
	การสูญเสียน้ำหนักหลังแช่เยือกแข็ง	การสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็ง	ความแน่นเนื้อ	
A	0.592	270.321*	56.854*	4.26
B	0.592	21.837*	29.505*	4.26
C	0.159	48.924*	10.272*	2.62
AB	0.021	0.635	1.359	4.26
AC	0.257	6.975*	0.461	2.62
BC	0.561	1.090	0.173	2.62
ABC	0.091	0.230	0.055	2.62

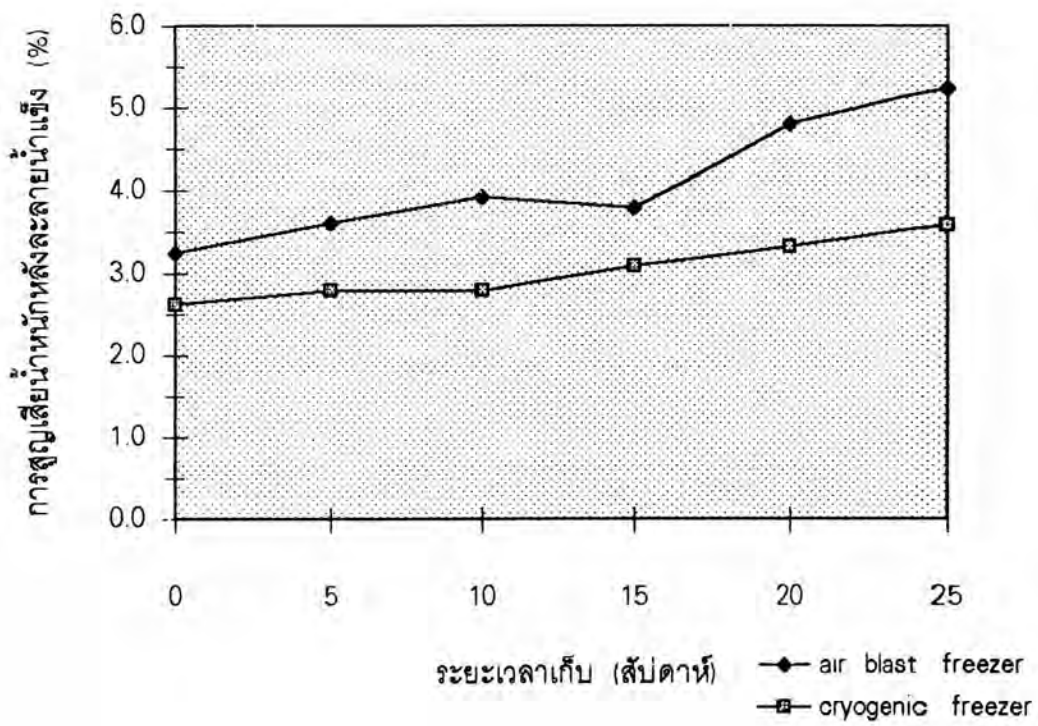
* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยทั้งสามปัจจัยไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักหลังแช่เยือกแข็งของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง ($p>0.05$) ปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง ระยะเวลาเก็บ และอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ โดยค่าเฉลี่ยของการสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งดังตารางที่ 4.24 และผลของอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ แสดงดังรูปที่ 4.4 ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อความแน่นเนื้อของของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ โดยค่าเฉลี่ยของความแน่นเนื้อของของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็งเนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.25-4.26 และรูปที่ 4.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยของการสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เมื่อเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งต่างกัน

การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของการสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็ง (%) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
control	$3.72^{a} \pm 0.83$
treated	$3.41^{b} \pm 0.78$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.4 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ ที่มีต่อการสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง

ตารางที่ 4.25 ค่าเฉลี่ยของความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง

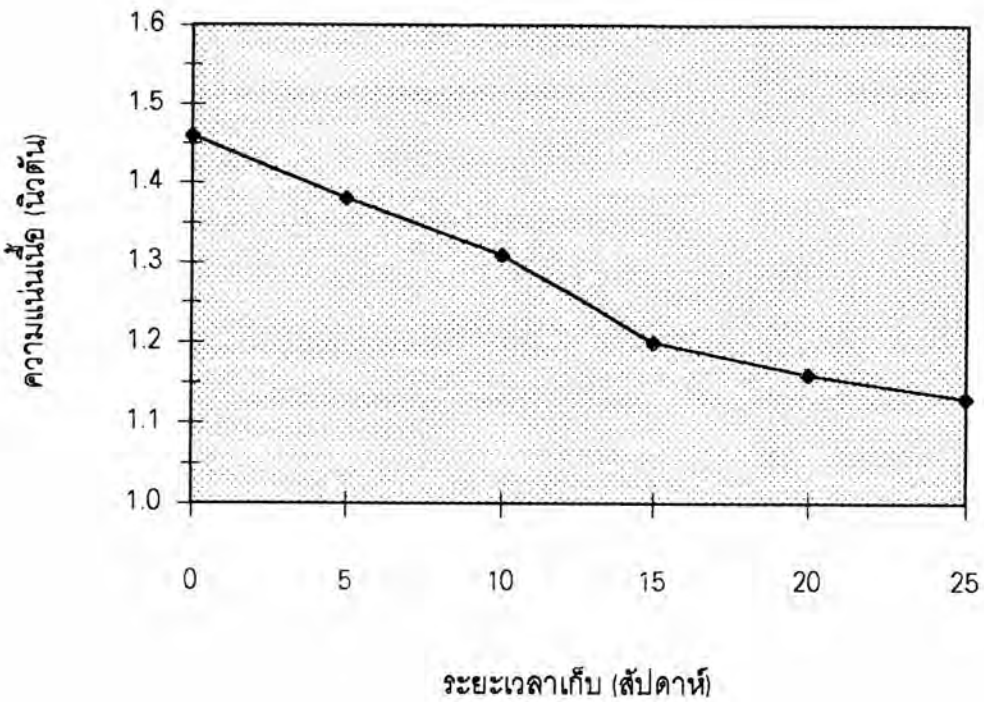
ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
air blast freezer	$1.15^{b} \pm 0.14$
cryogenic freezer	$1.40^{a} \pm 0.21$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยของความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็ง เมื่อเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งต่างกัน

การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
control	$1.18^{b} \pm 0.18$
treated	$1.36^{a} \pm 0.22$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.5 ผลของระยะเวลาเก็บที่มีต่อความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง

ผลของชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่า ปัจจัยทั้งสามปัจจัยไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักหลังแช่เยือกแข็ง($p>0.05$) ชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer จะสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งน้อยกว่า และมีความแน่นเนื้อมากกว่าชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer($p\leq0.05$) ที่ทุกระยะเวลาเก็บ การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งจะสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งลดลง ขณะเดียวกันความแน่นเนื้อจะเพิ่มขึ้น ($p\leq0.05$) และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น การสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งจะเพิ่มขึ้น และความแน่นเนื้อจะลดลง ($p\leq0.05$)

5.2 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้(กรดซิตริก) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน แสดงดังในตารางที่ 4.27 และวิเคราะห์ระดับการเกิดสีน้ำตาลโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ปริมาณวิตามินซี และปริมาณ β-carotene ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน แสดงผลดังตารางที่ 4.28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางเคมีของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.27 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (กรดซิตริก) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน

ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	การเตรียมมะม่วง	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
			pH	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%)	TSS (^{0}Brix)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%)
air blast freezer	control	0	4.50 ± 0.04	0.24 ± 0.04	17.05 ± 0.07	15.25 ± 0.80
		5	4.53 ± 1.06	0.23 ± 0.03	16.55 ± 0.07	14.66 ± 0.06
		10	4.48 ± 0.04	0.25 ± 0.01	17.13 ± 0.18	15.60 ± 0.42
		15	4.53 ± 0.05	0.22 ± 0.02	16.75 ± 0.49	14.98 ± 0.54
		20	4.49 ± 0.09	0.24 ± 0.04	17.20 ± 0.28	15.35 ± 0.18
		25	4.54 ± 0.06	0.22 ± 0.01	17.40 ± 0.57	15.63 ± 0.64
	treated	0	4.53 ± 0.04	0.22 ± 0.01	16.20 ± 0.85	14.45 ± 0.23
		5	4.50 ± 0.06	0.23 ± 0.06	16.53 ± 0.46	14.29 ± 0.23
		10	4.57 ± 0.14	0.20 ± 0.03	16.40 ± 0.57	14.55 ± 0.11
		15	4.54 ± 0.09	0.21 ± 0.02	16.65 ± 1.20	14.87 ± 0.63
		20	4.55 ± 0.07	0.21 ± 0.02	16.60 ± 0.85	14.95 ± 0.57
		25	4.54 ± 0.15	0.21 ± 0.03	16.83 ± 0.88	15.05 ± 0.66
cryogenic freezer	control	0	4.47 ± 0.14	0.25 ± 0.04	17.16 ± 0.49	15.07 ± 0.62
		5	4.51 ± 0.04	0.23 ± 0.23	16.90 ± 0.35	15.07 ± 0.41
		10	4.52 ± 0.04	0.23 ± 0.01	16.75 ± 0.49	14.87 ± 0.43
		15	4.49 ± 0.11	0.24 ± 0.03	17.20 ± 0.28	15.21 ± 0.27
		20	4.53 ± 0.07	0.22 ± 0.02	17.60 ± 0.28	15.59 ± 0.13
		25	4.48 ± 0.10	0.24 ± 0.01	17.53 ± 0.46	15.41 ± 0.39
	treaed	0	4.50 ± 0.06	0.24 ± 0.03	16.33 ± 0.74	14.81 ± 0.57
		5	4.52 ± 0.11	0.23 ± 0.01	16.73 ± 0.11	14.69 ± 0.17
		10	4.56 ± 0.08	0.20 ± 0.02	16.50 ± 0.42	14.60 ± 0.04
		15	4.52 ± 0.10	0.23 ± 0.04	16.68 ± 0.95	14.92 ± 0.56
		20	4.60 ± 0.15	0.20 ± 0.01	16.13 ± 0.67	14.63 ± 0.28
		25	4.51 ± 0.13	0.23 ± 0.01	16.53 ± 0.39	14.90 ± 0.39

ตารางที่ 4.28 ระดับการเกิดสีน้ำตาล โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ปริมาณวิตามินซี และปริมาณ β-carotene ของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน

ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	การเตรียมมะม่วง	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
			ระดับการเกิดสีน้ำตาล(OD_{420})	ปริมาณวิตามินซี (mg/100g)	ปริมาณ β-carotene (mg/100g)
air blast freezer	control	0	0.170 ± 0.007	2.01 ± 0.08	2.29 ± 0.12
		5	0.178 ± 0.011	1.71 ± 0.16	2.24 ± 0.06
		10	0.188 ± 0.011	1.30 ± 0.16	2.09 ± 0.11
		15	0.205 ± 0.013	0.92 ± 0.06	2.12 ± 0.15
		20	0.220 ± 0.013	0.60 ± 0.07	2.01 ± 0.08
		25	0.228 ± 0.018	0.40 ± 0.09	1.96 ± 0.08
	treated	0	0.127 ± 0.010	1.51 ± 0.15	2.31 ± 0.15
		5	0.125 ± 0.013	1.21 ± 0.08	2.21 ± 0.13
		10	0.132 ± 0.014	0.83 ± 0.06	2.19 ± 0.11
		15	0.130 ± 0.015	0.50 ± 0.09	2.14 ± 0.06
		20	0.145 ± 0.016	0.30 ± 0.07	2.03 ± 0.07
		25	0.149 ± 0.012	0.08 ± 0.04	1.94 ± 0.06
cryogenic freezer	control	0	0.140 ± 0.013	2.21 ± 0.18	2.31 ± 0.08
		5	0.150 ± 0.020	1.85 ± 0.14	2.27 ± 0.10
		10	0.155 ± 0.014	1.40 ± 0.16	2.21 ± 0.14
		15	0.175 ± 0.014	1.01 ± 0.08	2.20 ± 0.09
		20	0.170 ± 0.018	0.71 ± 0.13	2.11 ± 0.08
		25	0.182 ± 0.016	0.40 ± 0.03	2.01 ± 0.08
	treated	0	0.115 ± 0.010	1.67 ± 0.16	2.28 ± 0.10
		5	0.108 ± 0.010	1.30 ± 0.17	2.27 ± 0.18
		10	0.110 ± 0.013	0.95 ± 0.14	2.11 ± 0.08
		15	0.118 ± 0.007	0.65 ± 0.11	2.15 ± 0.14
		20	0.106 ± 0.007	0.40 ± 0.10	2.01 ± 0.08
		25	0.106 ± 0.008	0.25 ± 0.04	1.98 ± 0.11

ตารางที่ 4.29 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางเคมีของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง (A) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง (B) และระยะเวลาเก็บ (C)

SOV	ค่า F ของคุณภาพทางเคมี							ค่า F จากตาราง
	pH	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้	TSS	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	ระดับการเกิดสีน้ำตาล	ปริมาณวิตามินซี	ปริมาณ β-carotene	
A	0.018	0.265	0.129	0.010	61.803*	12.616*	1.098	4.26
B	1.024	4.667*	12.494*	17.546*	226.381*	145.004*	0.261	4.26
C	0.167	0.635	0.568	1.856	5.953*	214.192*	10.277*	2.62
AB	0.028	0.095	0.465	0.202	2.541	0.167	1.274	4.26
AC	0.290	0.601	0.178	0.814	1.464	0.145	0.060	2.62
BC	0.170	0.483	0.742	0.382	3.054*	2.086	0.035	2.62
ABC	0.029	0.076	0.313	0.696	0.092	0.248	0.289	2.62

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยทั้งสามปัจจัยไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง ($p>0.05$) ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (กรดซิตริก) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) คือ การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง แสดงดังตารางที่ 4.30 ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการเกิดสีน้ำตาลอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง ระยะเวลาเก็บ และอิทธิพลร่วมระหว่างการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ โดยค่าเฉลี่ยของระดับการเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง แสดงดังตารางที่ 4.31 ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ แสดงดังรูปที่ 4.6 ปัจจัยที่มีผลต่อวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณวิตามินซีที่เหลือในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.32-4.33 และรูปที่ 4.7 ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ β-carotene อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) คือ ระยะเวลาเก็บ และค่าเฉลี่ยของปริมาณ β-carotene เนื่องจากระยะเวลาเก็บ แสดงดังรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.30 ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง

การเตรียมมะม่วง	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	pH^{ns}	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%)	TSS (^{0}Brix)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%)
control	4.50 ± 0.06	0.23^a ± 0.02	17.10^a ± 0.41	15.22^a ± 0.42
treated	4.53 ± 0.08	0.21^b ± 0.02	16.51^b ± 0.57	14.72^b ± 0.38

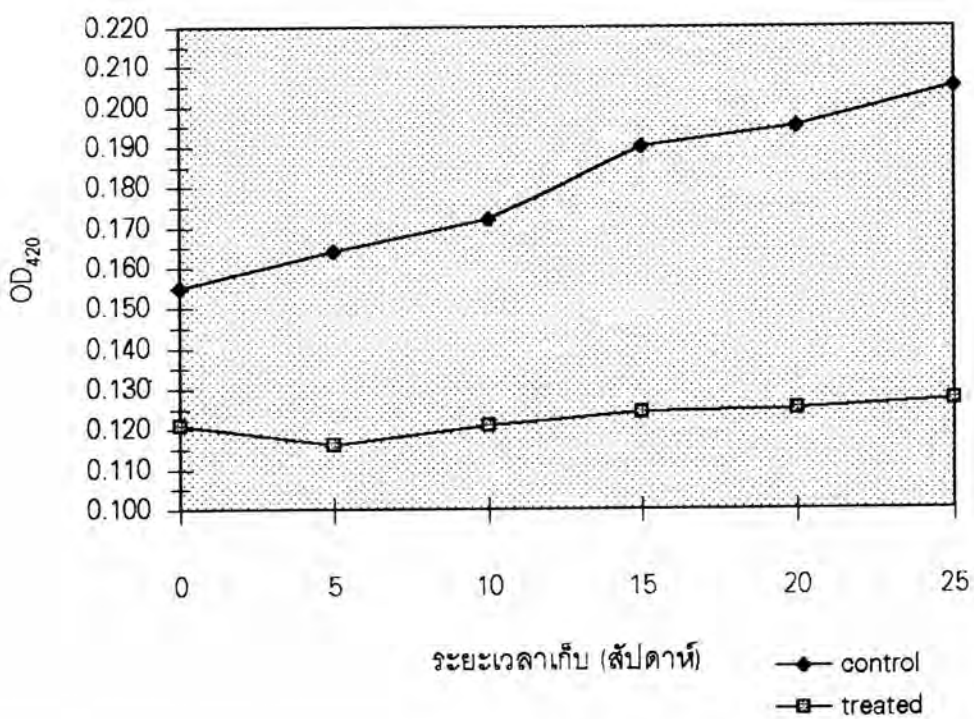
a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ns ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.31 ค่าเฉลี่ยของระดับการเกิดสีน้ำตาล โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง

ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของระดับการเกิดสีน้ำตาล (OD_{420}) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
air blast freezer	$0.166^{a} \pm 0.004$
cryogenic freezer	$0.136^{b} \pm 0.003$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.6 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บที่มีต่อระดับการเกิดสีน้ำตาลในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง

ตารางที่ 4.32 ค่าเฉลี่ยของปริมาณวิตามินซีที่เหลือในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง

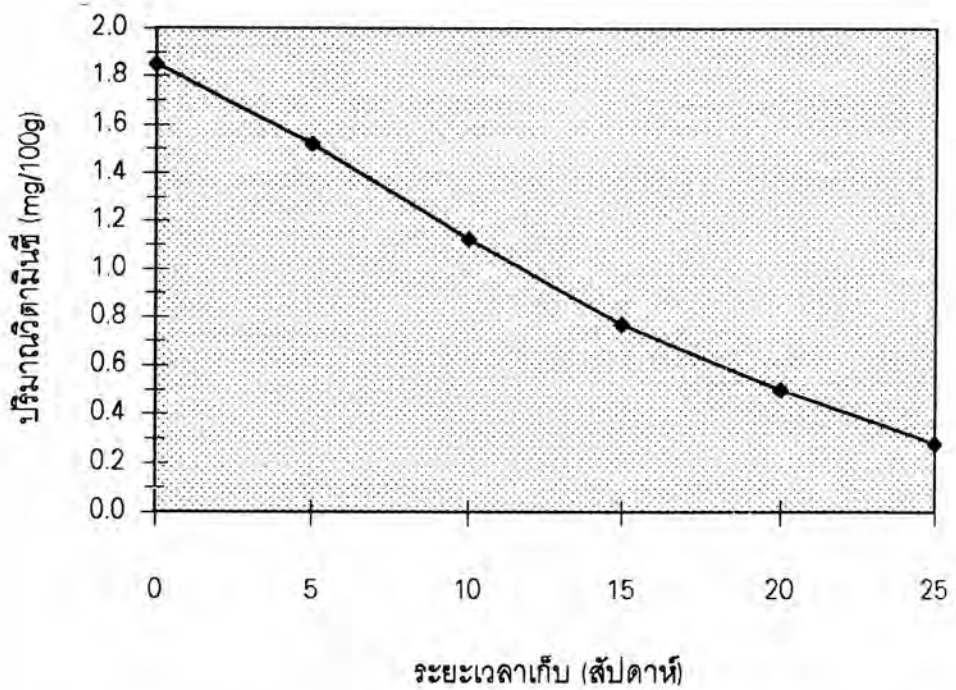
ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของปริมาณวิตามินซี (mg/100g) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
air blast freezer	$0.95^{b} \pm 0.60$
cryogenic freezer	$1.07^{a} \pm 0.62$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

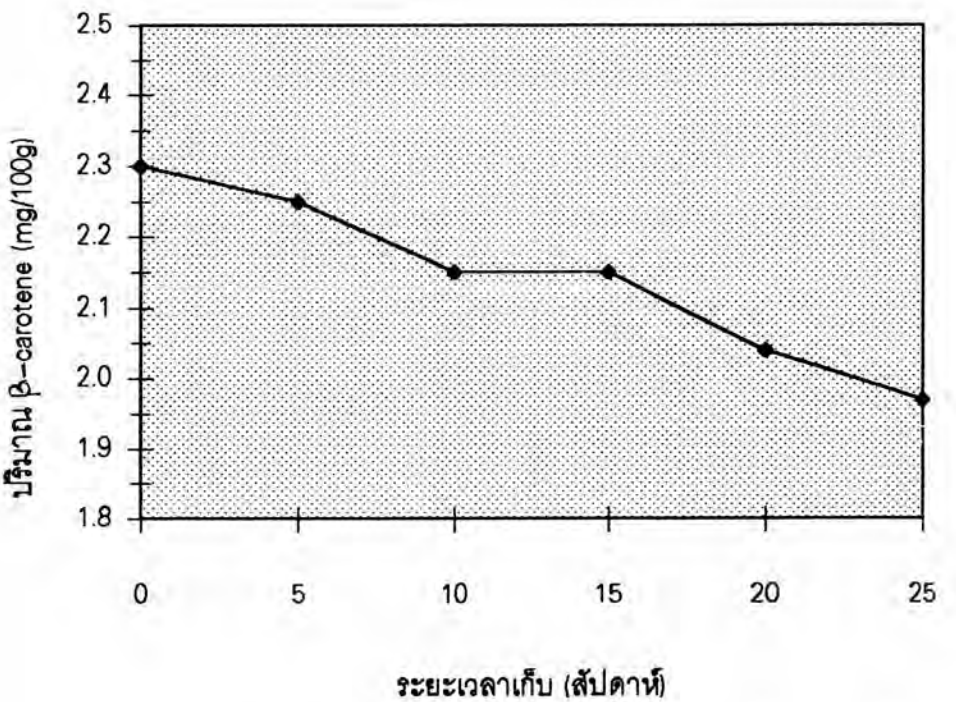
ตารางที่ 4.33 ค่าเฉลี่ยของปริมาณวิตามินซีที่เหลือในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง

การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของปริมาณวิตามินซี (mg/100g) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
control	$1.21^{a} \pm 0.63$
treated	$0.80^{b} \pm 0.52$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.7 ผลของระยะเวลาเก็บที่มีต่อปริมาณวิตามินซีที่เหลือในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง



รูปที่ 4.8 ผลของระยะเวลาเก็บที่มีต่อปริมาณ β-carotene ของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง

ผลของชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บที่มีต่อคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ พบว่า ปัจจัยทั้งสามปัจจัยไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ ($p>0.05$) ชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer มีระดับการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่า และมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer ($p\leq0.05$) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ระดับการเกิดสีน้ำตาล และปริมาณวิตามินซีลดลง ($p\leq0.05$) และเมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้น ระดับการเกิดสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณวิตามินซี และปริมาณ β-carotene จะลดลง ($p\leq0.05$)

5.3 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์

การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน ได้ผลดังตารางที่ 4.34 โดยแสดงในรูปของค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และค่า log จำนวนยีสต์และรา ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางจุลินทรีย์ของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.35

ตารางที่ 4.34 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน

ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	การเตรียมมะม่วง	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
			ค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	ค่า log ของจำนวนยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)
air blast freezer	control	0	4.00 ± 0.03	2.93 ± 0.04
		5	3.87 ± 0.06	2.80 ± 0.08
		10	3.70 ± 0.09	2.61 ± 0.10
		15	3.52 ± 0.16	2.33 ± 0.04
		20	3.28 ± 0.24	1.98 ± 0.25
		25	3.02 ± 0.09	1.47 ± 0.10
	treated	0	3.88 ± 0.04	2.78 ± 0.11
		5	3.75 ± 0.04	2.65 ± 0.07
		10	4.49 ± 0.13	2.46 ± 0.08
		15	3.35 ± 0.05	2.09 ± 0.13
		20	3.12 ± 0.02	2.02 ± 0.09
		25	2.86 ± 0.04	1.15 ± 0.21
cryogenic freezer	control	0	4.16 ± 0.04	3.02 ± 0.04
		5	4.04 ± 0.08	2.90 ± 0.07
		10	3.82 ± 0.14	2.74 ± 0.06
		15	3.64 ± 0.14	2.42 ± 0.03
		20	3.35 ± 0.17	2.05 ± 0.07
		25	3.06 ± 0.03	1.64 ± 0.14
	treated	0	4.04 ± 0.08	2.88 ± 0.11
		5	3.87 ± 0.08	2.76 ± 0.08
		10	3.64 ± 0.11	2.57 ± 0.12
		15	3.41 ± 0.05	2.29 ± 0.16
		20	3.17 ± 0.08	1.94 ± 0.08
		25	2.92 ± 0.09	1.39 ± 0.30

ตารางที่ 4.35 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางจุลินทรีย์ของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง (A) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง (B) และระยะเวลาเก็บ (C)

SOV	ค่า F ของคุณภาพทางจุลินทรีย์		ค่า F จากตาราง
	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด	จำนวนยีสต์และรา	
A	13.381*	9.675*	4.26
B	31.040*	19.862*	4.26
C	121.284*	160.269*	2.02
AB	0.051	0.001	4.26
AC	0.402	0.592	2.62
BC	0.195	0.832	2.62
ABC	0.061	0.251	2.62

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดและจำนวนยีสต์และรา ในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ โดยค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.36-4.37 และรูปที่ 4.9 ส่วนค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนยีสต์และรา เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.38-4.39 และรูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.36 ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง

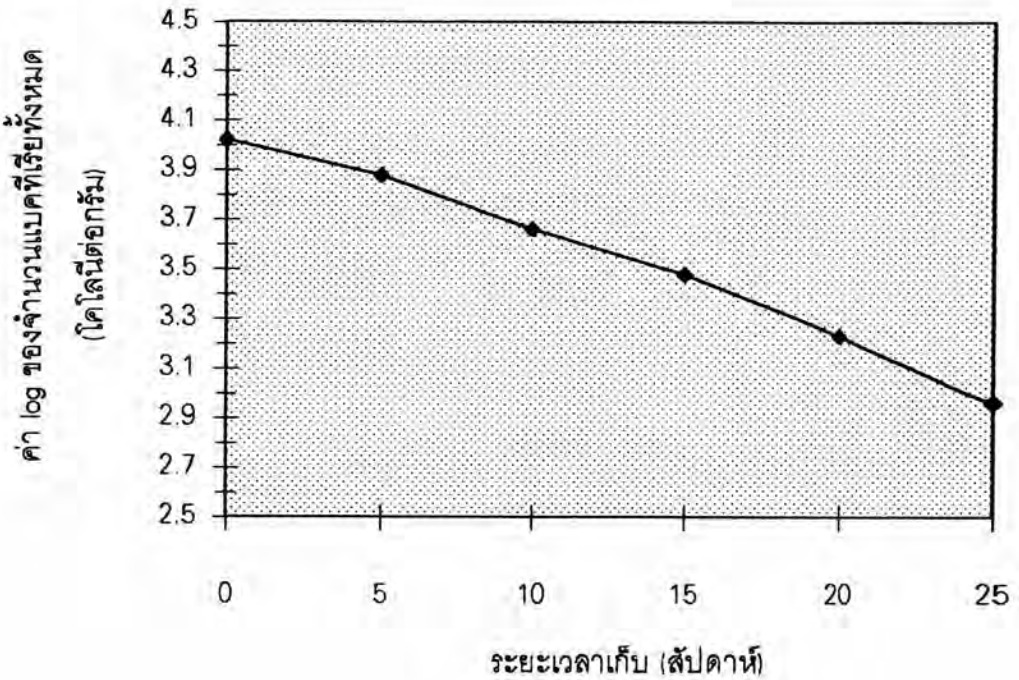
ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
air blast freezer	$3.48^{b} \pm 0.37$
cryogenic freezer	$3.59^{a} \pm 0.41$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.37 ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง

การเตรียมมะม่วง	ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
control	$3.62^{a} \pm 0.38$
treated	$3.46^{b} \pm 0.39$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.9 ผลของระยะเวลาเก็บที่มีต่อค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง

ตารางที่ 4.38 ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนยีสต์และราในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งเนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง

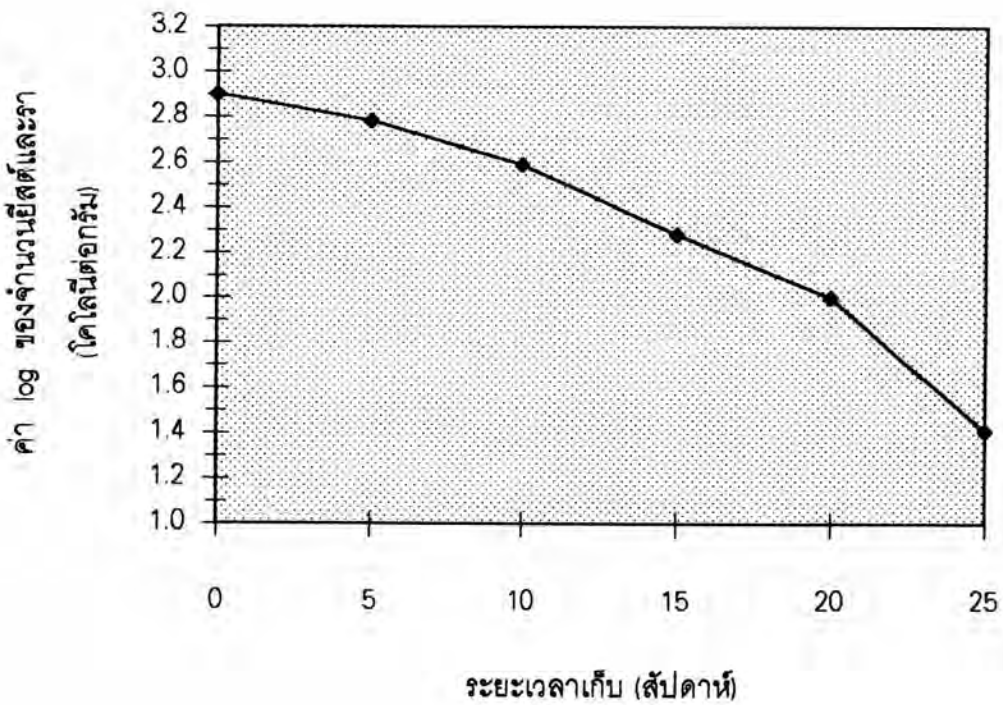
ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนยีสต์และรา ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
air blast freezer	$2.27^{b} \pm 0.55$
cryogenic freezer	$2.38^{a} \pm 0.52$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.39 ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนยีสต์และราในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง

การเตรียมมะม่วง	ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนยีสต์และรา ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
control	$2.41^{a} \pm 0.51$
treated	$2.25^{b} \pm 0.55$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.10 ผลของระยะเวลาเก็บที่มีต่อค่า log ของจำนวนยีสต์และราในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง

ผลของชนิดเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บที่มีคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ พบว่า ชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา มากกว่าชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer ($p \leq 0.05$) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และจำนวนยีสต์และราลดลง ($p \leq 0.05$) และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา จะลดลง ($p \leq 0.05$)

5.4 การประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยทดสอบด้านสี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน ได้ผลดังตารางที่ 4.40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.41

ตารางที่ 4.40 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน

ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	การเตรียมมะม่วง	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
			สี	กลิ่นรส	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
air blast freezer	control	0	7.08 ± 0.82	8.17 ± 0.69	6.96 ± 1.05	6.63 ± 0.77
		5	6.79 ± 0.81	7.79 ± 0.69	6.92 ± 0.97	6.42 ± 0.95
		10	6.42 ± 0.63	7.88 ± 0.68	6.38 ± 0.71	6.54 ± 0.58
		15	6.00 ± 0.77	7.88 ± 0.61	5.88 ± 0.83	6.33 ± 0.72
		20	5.75 ± 0.78	7.71 ± 0.75	5.54 ± 0.84	5.83 ± 1.03
		25	5.63 ± 0.68	8.00 ± 0.77	5.17 ± 0.98	5.96 ± 0.81
	treated	0	7.92 ± 0.73	8.21 ± 0.86	7.88 ± 0.77	7.79 ± 0.78
		5	8.04 ± 0.75	7.92 ± 0.87	7.17 ± 0.75	7.92 ± 0.90
		10	7.88 ± 0.91	8.04 ± 0.75	7.25 ± 0.92	7.42 ± 0.90
		15	7.67 ± 0.69	7.83 ± 0.81	6.96 ± 0.92	7.29 ± 0.89
		20	7.63 ± 0.64	7.71 ± 0.78	6.54 ± 0.78	6.96 ± 0.78
		25	7.63 ± 0.61	8.08 ±1.00	6.29 ± 0.72	6.54 ± 0.92
cryogenic freezer	control	0	8.08 ± 0.87	8.00 ± 0.85	7.58 ± 0.73	7.58 ± 0.79
		5	7.63 ± 0.91	8.13 ± 0.83	7.21 ± 0.81	7.50 ± 0.90
		10	7.50 ± 0.64	7.83 ± 0.65	6.88 ± 0.86	6.67 ± 0.65
		15	7.13 ± 0.74	7.63 ± 0.91	6.42 ± 0.63	6.58 ± 0.63
		20	6.88 ± 0.93	7.71 ± 0.84	6.96 ± 1.05	6.71 ± 1.01
		25	6.58 ± 0.76	7.88 ± 0.80	6.33 ± 0.98	6.29 ± 0.84
	treated	0	9.04 ± 0.89	8.29 ± 0.69	8.38 ± 0.74	8.79 ± 0.50
		5	8.50 ± 0.95	7.96 ± 0.89	8.17 ± 0.72	8.04 ± 0.45
		10	8.42 ± 0.67	7.96 ± 0.72	7.71 ± 0.81	7.75 ± 0.69
		15	8.38 ± 0.74	8.08 ± 0.42	7.96 ± 0.72	7.67 ± 0.62
		20	8.71 ± 0.92	8.08 ± 0.82	7.46 ± 0.78	7.46 ± 0.94
		25	8.58 ± 0.60	8.13 ± 0.80	7.17 ± 0.72	7.88 ± 0.61

ตารางที่ 4.41 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง (A) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง (B) และระยะเวลาเก็บ (C)

SOV	ค่า F ของการยอมรับทางประสาทสัมผัส				ค่า F จากตาราง
	สี	กลิ่นรส	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม	
A	97.446*	0.170	60.894*	41.408*	3.88
B	230.469*	2.367	80.878*	120.879*	3.88
C	9.431*	1.300	18.590*	12.384*	2.25
AB	1.258	0.745	0.031	0.001	3.88
AC	0.550	0.268	1.230	1.591	2.25
BC	3.797*	0.133	0.983	0.144	2.25
ABC	0.352	0.403	0.895	1.981	2.25

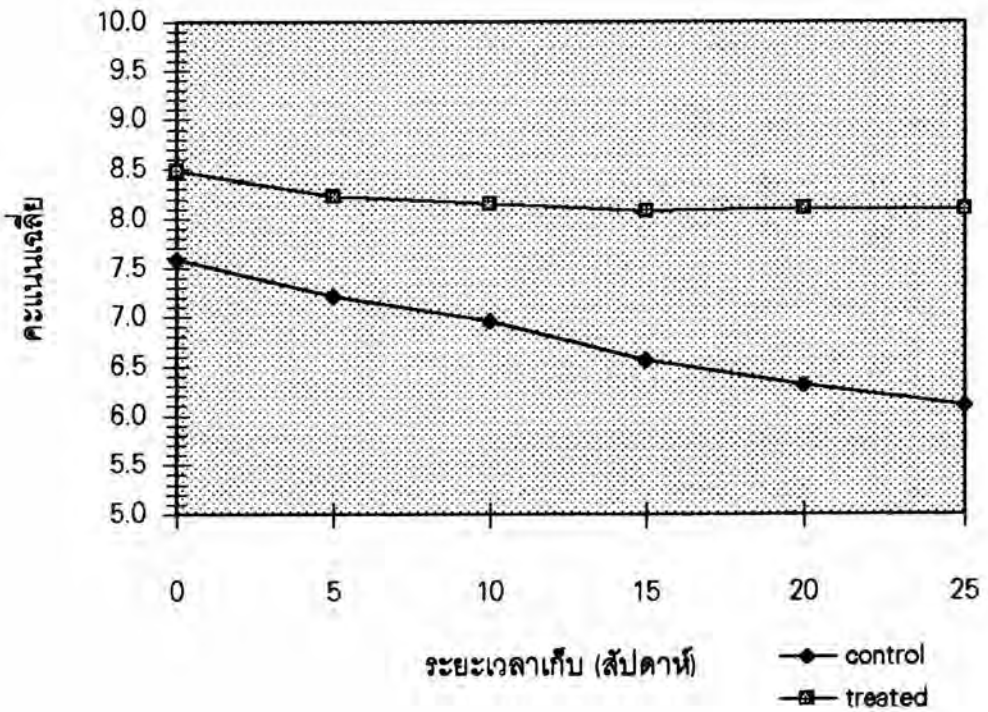
* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านสีของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง ระยะเวลาเก็บ และอิทธิพลร่วมระหว่างการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ โดยคะแนนเฉลี่ยด้านสีของมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งเนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง แสดงดังตารางที่ 4.42 ส่วนผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ แสดงดังรูปที่ 4.11 ปัจจัยทั้งสามปัจจัยไม่มีผลต่อคะแนนด้านกลิ่นรส ($p > 0.05$) ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบรวมของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ โดยคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบรวม เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.43-4.44 และรูปที่ 4.12

ตารางที่ 4.42 คะแนนเฉลี่ยด้านสีของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง

ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	คะแนนเฉลี่ยด้านสี ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
air blast freezer	$7.03^{b} \pm 1.11$
cryogenic freezer	$7.95^{a} \pm 1.09$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.11 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บที่มีต่อคะแนนการยอมรับด้านสี ของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง

ตารางที่ 4.43 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง

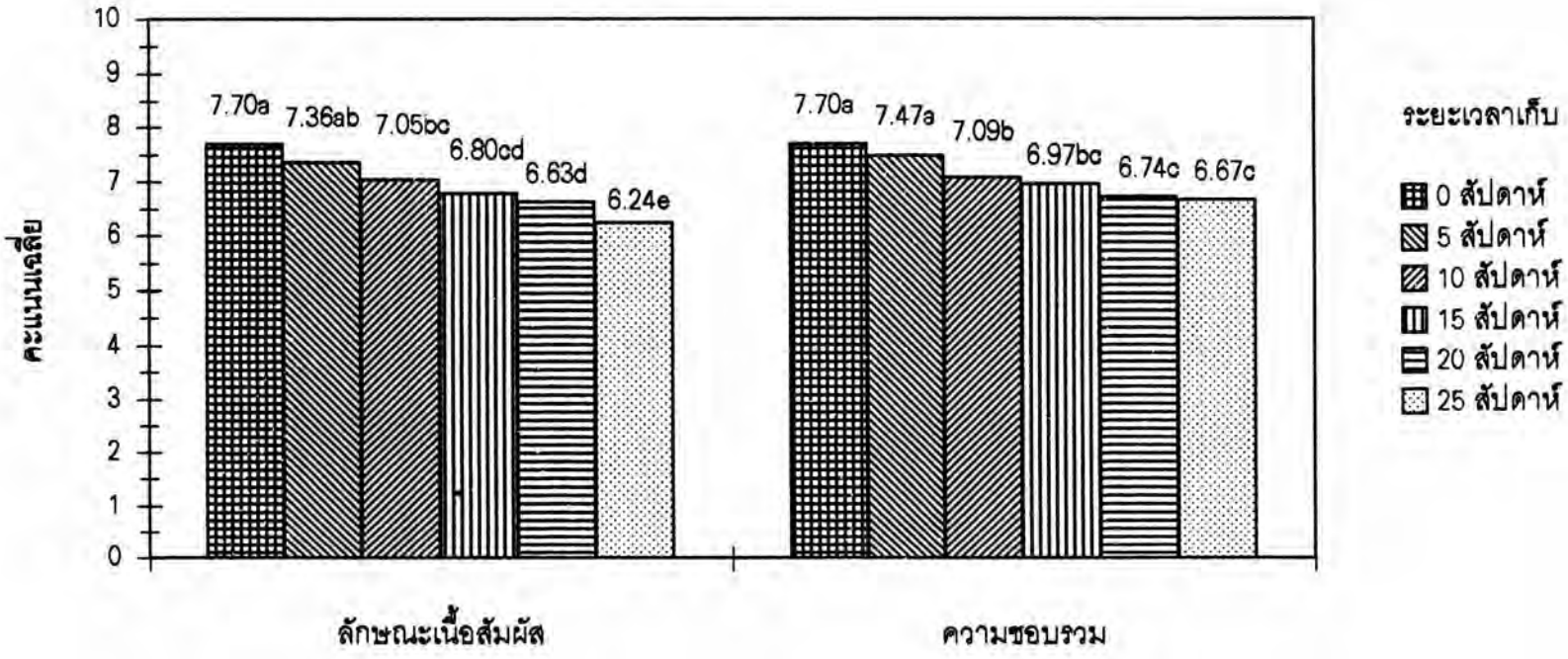
ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
air blast freezer	$6.58^{b} \pm 1.11$	$6.80^{b} \pm 1.04$
cryogenic freezer	$7.35^{a} \pm 0.99$	$7.41^{a} \pm 0.99$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.44 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง

การเตรียมมะม่วง	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
control	$6.51^{b} \pm 1.09$	$6.59^{a} \pm 0.93$
treated	$7.40^{a} \pm 0.97$	$7.63^{b} \pm 0.92$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.12 ผลของระยะเวลาเก็บที่มีต่อคะแนนการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง

ผลของชนิดเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บที่มีต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่า ชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer จะมีคะแนนด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากกว่าชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่แช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer ($p \leq 0.05$) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์จะมีคะแนนด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม มากขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้นผลิตภัณฑ์จะมีคะแนนด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ลดลง ($p \leq 0.05$) และพบว่าทั้งชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ ไม่มีผลต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ ($p > 0.05$)

มะม่วงโชคอนันต์

1. คัดเลือกและวิเคราะห์สมบัติของวัตถุดิบ

1.1 คัดเลือกวัตถุดิบ

มะม่วงโชคอนันต์ที่ใช้ในการทดลองนี้มีขนาด 250-300 กรัมต่อผล คัดมะม่วงให้มีความแก่ใกล้เคียงกัน โดยใช้ความถ่วงจำเพาะของมะม่วงเป็นเกณฑ์ ซึ่งจะดูลักษณะการจม-ลอยในน้ำเกลือของมะม่วง การทดลองนี้ใช้มะม่วงที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.01-1.03 ซึ่งเป็นมะม่วงที่จมในน้ำเกลือ 1 % และลอยในน้ำเกลือ 5 % บ่มมะม่วงที่อุณหภูมิห้อง แล้วคัดมะม่วงให้มีระดับความสุกเหมาะสมสำหรับใช้ในการทดลองโดยใช้สมบัติทางเคมีและทางกายภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัสเป็นเกณฑ์ สุ่มมะม่วงมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและทางกายภาพทุกวัน ได้ผลดังตารางที่ 4.45 และประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยเริ่มจากมะม่วงที่บ่มนาน 2 วัน ได้ผลดังตารางที่ 4.46

ตารางที่ 4.45 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่ระยะเวลาบ่มต่างกัน

ระยะเวลาบ่ม (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	pH	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%)	TSS (Brix)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)
1	$3.44^{e} \pm 0.06$	$0.84^{a} \pm 0.06$	$12.43^{d} \pm 0.86$	$9.36^{e} \pm 0.78$	$22.07^{a} \pm 1.47$
2	$3.98^{d} \pm 0.08$	$0.51^{b} \pm 0.04$	$16.47^{c} \pm 0.50$	$13.53^{d} \pm 0.05$	$12.69^{b} \pm 0.21$
3	$4.36^{c} \pm 0.13$	$0.27^{c} \pm 0.01$	$17.49^{b} \pm 0.28$	$15.83^{c} \pm 0.26$	$6.88^{c} \pm 0.43$
4	$4.80^{b} \pm 0.12$	$0.20^{d} \pm 0.02$	$17.97^{ab} \pm 0.15$	$16.33^{bc} \pm 0.19$	$6.42^{cd} \pm 0.40$
5	$5.12^{a} \pm 0.09$	$0.15^{e} \pm 0.01$	$18.46^{a} \pm 0.21$	$16.92^{ab} \pm 0.08$	$5.45^{d} \pm 0.15$
6	$5.26^{a} \pm 0.10$	$0.13^{e} \pm 0.01$	$18.62^{a} \pm 0.18$	$17.18^{a} \pm 0.23$	$5.30^{d} \pm 0.23$

a,b,c...ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.46 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ ที่ระยะเวลาบ่มต่างกัน

ระยะเวลาบ่ม (วัน)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
2	6.97^{b} ± 1.01	5.63^{b} ± 1.06	6.27^{b} ± 1.29	9.20^{a} ± 0.84	6.13^{b} ± 1.11
3	8.03^{a} ± 0.64	7.90^{a} ± 0.69	8.33^{a} ± 0.72	8.43^{b} ± 0.75	8.70^{a} ± 0.53
4	8.17^{a} ± 0.84	8.33^{a} ± 0.77	8.00^{a} ± 0.98	8.33^{b} ± 0.56	8.27^{a} ± 0.59
5	6.67^{b} ± 0.82	8.43^{a} ± 0.86	6.60^{b} ± 0.63	7.43^{c} ± 0.84	6.47^{b} ± 0.83
6	6.63^{b} ± 1.09	8.27^{a} ± 0.73	6.83^{b} ± 1.10	7.03^{c} ± 0.67	6.23^{b} ± 0.65

a,b,c...ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ขั้นตอนการคัดเลือกมะม่วงให้มีระดับความสุกเหมาะสมสำหรับใช้ในการทดลอง จะเลือกมะม่วงที่ไม่สุกจนเกินไป จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.46) พบว่า มะม่วงที่บ่มนาน 3 และ 4 วัน มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากกว่ามะม่วงที่บ่มนาน 2 5 และ 6 วัน จึงเลือกใช้มะม่วงที่บ่มนาน 3 และ 4 วัน สำหรับทดลองในขั้นตอนต่อไป

1.2 วิเคราะห์สมบัติของวัตถุดิบ

หลังจากผ่านขั้นตอนการศึกษาผลของระดับความสุกของมะม่วงและสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่มีต่อคุณภาพของมะม่วงแช่เยือกแข็งในข้อ 4. พบว่ามะม่วงที่บ่มนาน 3 และ 4 วัน เป็นมะม่วงที่เหมาะสำหรับการแช่เยือกแข็ง และเลือกใช้มะม่วงที่บ่มนาน 3 วัน สำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บต่อไป จึงสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สมบัติของมะม่วง จากการวิเคราะห์สมบัติของมะม่วง ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (กรดซิตริก) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณวิตามินซี ปริมาณ β-carotene และความแน่นเนื้อ ได้ผลดังตารางที่ 4.47

ตารางที่ 4.47 สมบัติของมะม่วงโชคอนันต์ที่บ่มนาน 3 วัน

สมบัติ	ค่าเฉลี่ย* ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความเป็นกรด-ด่าง	4.40 ± 0.11
ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้(กรดซิตริก) (%)	0.27 ± 0.03
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (^{0}Brix)	17.52 ± 0.30
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	15.90 ± 0.21
ปริมามาณวิตามินซี (mg/100g)	18.32 ± 1.12
ปริมาณ β-carotene (mg/100g)	2.67 ± 0.21
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	6.79 ± 0.35

* ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างที่สุ่มตรวจ 80 ตัวอย่าง

2. ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการแช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer และ cryogenic freezer

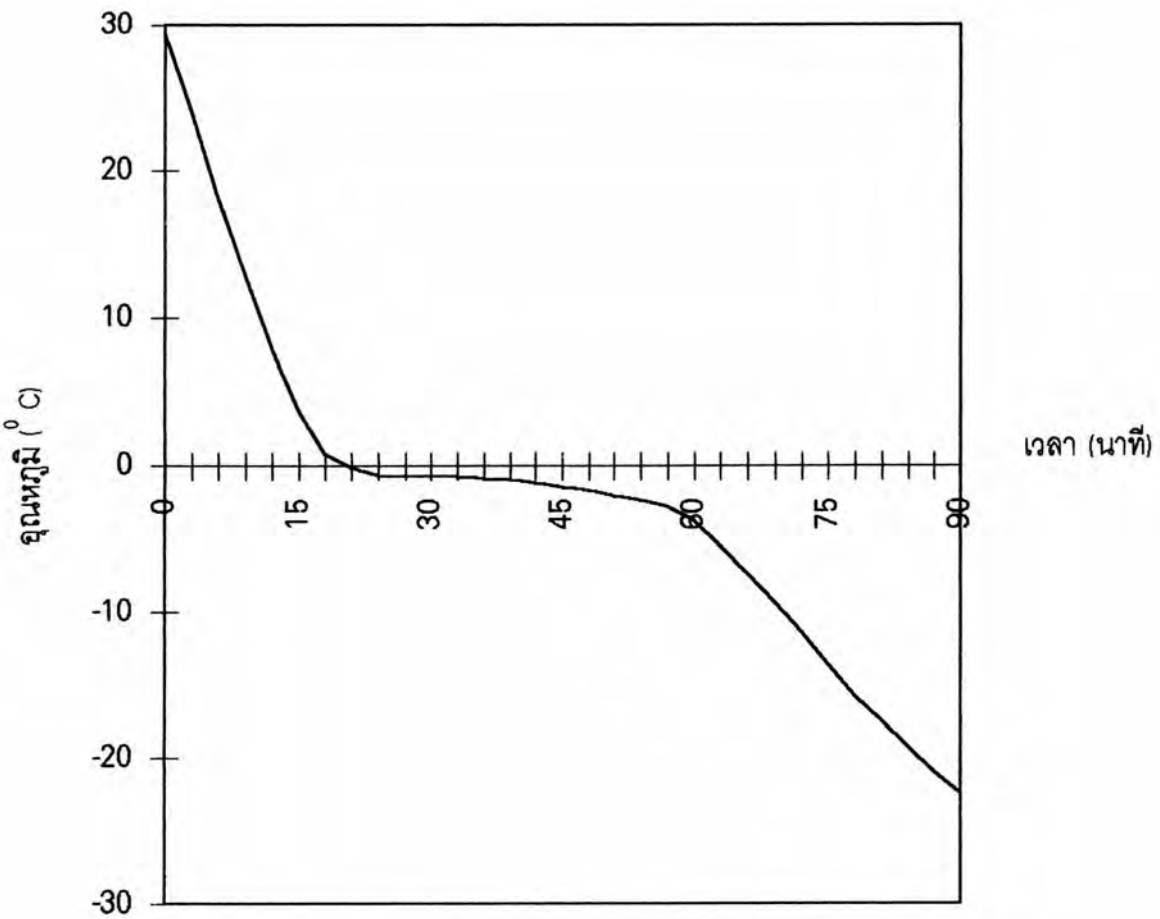
2.1 air blast freezer

ศึกษาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ด้วย air blast freezer ที่อณหภูมิ -32 องศาเซลเซียส จนอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของชิ้นมะม่วง เท่ากับ -18 องศาเซลเซียส ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของมะม่วงและเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งแสดงดังรูปที่ 4.13 จากกราฟดังกล่าว พบว่า เวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงโชคอนันต์จนอุณหภูมิจุดกึ่งกลางถึง -18 องศาเซลเซียส เท่ากับ 81.80 นาที

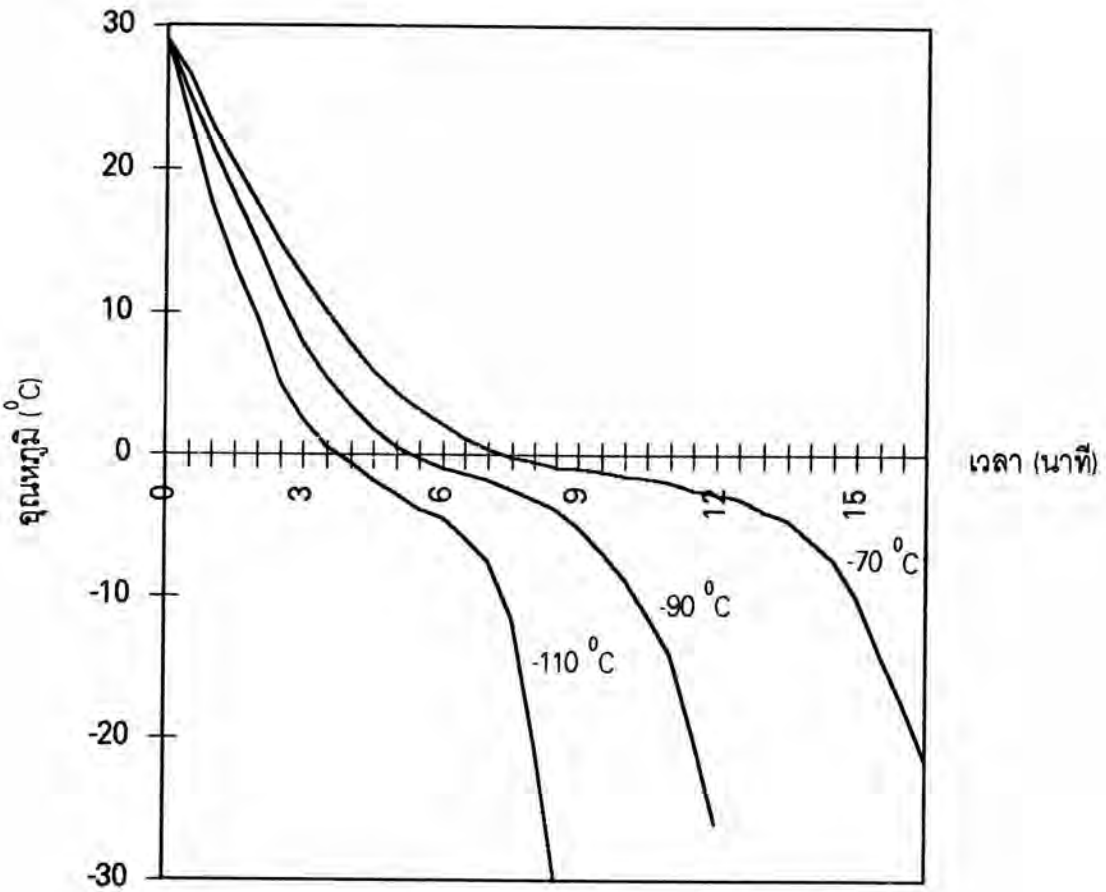
2.2 cryogenic freezer

2.2.1 ศึกษาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งที่เหมาะสม

ศึกษาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ด้วย cryogenic freezer ที่อุณหภูมิ -70 -90 และ -110 องศาเซลเซียส จนอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของชิ้นมะม่วงเท่ากับ -18 องศาเซลเซียส ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของมะม่วงและเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง แสดงดังรูปที่ 4.14 จากกราฟดังกล่าวพบว่าเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งต่าง ๆ จนอุณหภูมิจุดกึ่งกลางถึง -18 องศาเซลเซียส ได้ผลดังตารางที่ 4.48



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่แช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer



รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของมะม่วงโชคอนันต์ที่แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer ที่อุณหภูมิ -70 -90 และ -110 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.48 เวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ด้วย cryogenic freezer ที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งต่างกัน

อุณภมิแช่เยือกแข็ง (^{0}C)	เวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง (นาที)
-70	16.05
-90	11.35
-110	7.90

2.2.2 ศึกษาอุณหภูมิในการแช่เยือกแข็งที่เหมาะสม

ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงด้วย cryogenic freezer โดยนำชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่ผ่านการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -70 -90 และ -110 องศาเซลเซียส ตามข้อ 2.2.1 มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้ผลดังตารางที่ 4.49 และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 4.50

ตารางที่ 4.49 คุณภาพทางกายภาพของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer ที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งต่างกัน

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
(^{0}C)	การสูญเสียน้ำหนักหลังแช่เยือกแข็ง^{ns} (%)	การสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็ง (%)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)
-70	1.65 ± 0.15	1.98^a ± 0.05	1.92^b ± 0.08
-90	1.53 ± 0.10	1.77^b ± 0.09	2.44^a ± 0.15
-110	1.49 ± 0.10	1.71^b ± 0.06	2.47^a ± 0.13

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.50 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer ที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งต่างกัน

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
(^{0}C)	ลักษณะปรากฏ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
-70	8.67^a ± 0.83	7.43^b ± 1.05	5.93^b ± 0.18
-90	9.10^a ± 0.74	8.77^a ± 1.00	8.13^a ± 0.72
-110	3.13^b ± 0.88	9.07^a ± 0.82	3.83^c ± 1.16

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ (ตารางที่ 4.49) และการประเมินผลทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.50) พบว่าการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่อุณหภูมิ -90 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์จะสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งต่ำ มีความแน่นเนื้อสูง และมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูง ดังนั้น จึงเลือกอุณหภูมิ -90 องศาเซลเซียส สำหรับการแช่เยือกแข็งชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ด้วย cryogenic freezer

3. ศึกษาผลของสารละลายที่ใช้ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล

นำมะม่วงโชคอนันต์ที่บ่มนาน 3 และ 4 วัน ปอกเปลือก ผ่านเป็น 2 ชิ้น แช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer แล้วนำมาตรวจสอบระดับการเกิดสีน้ำตาลหลังละลายน้ำแข็ง โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร พบว่า มะม่วงที่บ่มนาน 4 วัน มีระดับการเกิดสีน้ำตาลมากกว่า จึงใช้มะม่วงที่บ่มนาน 4 วัน มาทดลองเพื่อหาภาวะที่เหมาะสมในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล และเนื่องจากการศึกษาผลของสารละลายที่ใช้ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง พบว่าสามารถใช้กรดอิริทอร์บิกแทนกรดแอสคอร์บิกได้ การทดลองนี้จึงใช้กรดอิริทอร์บิกแทนกรดแอสคอร์บิก โดยแปรความเข้มข้นของกรดซิตริก 3 ระดับ คือ 0 0.5 และ 1.0 % และแปรความเข้มข้นของกรดอิริทอร์บิก 3 ระดับ คือ 0 0.25 และ 0.50 % และแปรเวลาที่ใช้แช่ในสารละลาย 2 ระดับ คือ 5 และ 10 นาที นำไปแช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer แล้วสุ่มตัวอย่างมาวัดระดับการเกิดสีน้ำตาลโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ได้ผลดังตารางที่ 4.51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เนื่องจากความเข้มข้นของกรดซิตริก ความเข้มข้นของกรดอิริทอร์บิก และเวลาที่ใช้แช่ในสารละลาย แสดงดังตารางที่ 4.52

ตารางที่ 4.51 ระดับการเกิดสีน้ำตาลในชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เมื่อใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลชนิดความเข้มข้น และเวลาที่ใช้แช่ในสารละลายต่างกัน

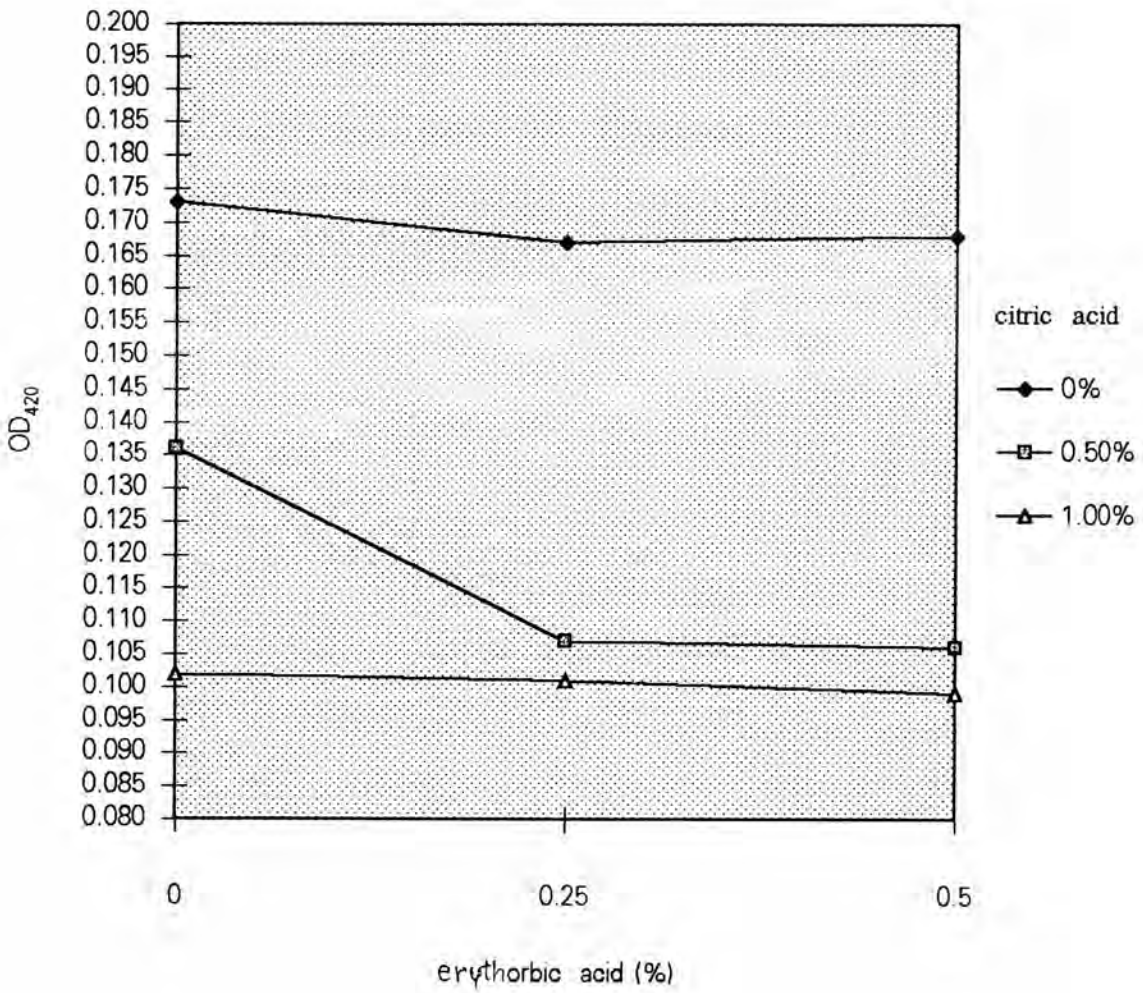
ความเข้มข้นของกรดซิตริก (%)	ความเข้มข้นของกรดอิริทอร์บิก (%)	เวลาที่ใช้แช่ในสารละลาย (นาที)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	0	5	0.171 ± 0.016
		10	0.175 ± 0.012
	0.25	5	0.166 ± 0.011
		10	0.168 ± 0.011
	0.50	5	0.170 ± 0.011
		10	0.167 ± 0.017
0.5	0	5	0.136 ± 0.008
		10	0.137 ± 0.011
	0.25	5	0.107 ± 0.005
		10	0.108 ± 0.006
	0.50	5	0.107 ± 0.006
		10	0.106 ± 0.006
1.0	0	5	0.104 ± 0.006
		10	0.101 ± 0.006
	0.25	5	0.102 ± 0.010
		10	0.099 ± 0.004
	0.50	5	0.098 ± 0.010
		10	0.101 ± 0.012

ตารางที่ 4.52 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับการเกิดสีน้ำตาลของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง โดยวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เนื่องจากความเข้มข้นของกรดซิตริก (A) ความเข้มข้นของกรดอิริทอร์บิก (B) และเวลาที่ใช้แช่ในสารละลาย (C)

SOV	ค่า F ของการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร	ค่า F จากตาราง
A	157.576*	3.55
B	6.194*	3.55
C	0.005	4.41
AB	3.009*	2.93
AC	0.038	3.55
BC	0.008	3.55
ABC	0.105	2.93

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการเกิดสีน้ำตาลในชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ ความเข้มข้นของกรดซิตริก ความเข้มข้นของกรดอิริทอร์บิก และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของกรดซิตริกและความเข้มข้นของกรดอิริทอร์บิก อิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของกรดซิตริกและความเข้มข้นของกรดอิริทอร์บิกแสดงดังรูปที่ 4.15 และพบว่า เวลาที่ใช้แช่ในสารละลายไม่มีผลต่อระดับการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์($p > 0.05$) จึงแช่ชิ้นมะม่วงในสารละลายยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล 5 นาที แล้วทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 4.53 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื่องจากความเข้มข้นของกรดซิตริก และความเข้มข้นของกรดอิริทอร์บิก แสดงดังตารางที่ 4.54



รูปที่ 4.15 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของกรดซิตริกและความเข้มข้นของกรดอิริทอร์บิกที่มีต่อระดับการเกิดสีน้ำตาล โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง

ตารางที่ 4.53 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เมื่อใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลชนิดและความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของกรดซิตริก (%)	ความเข้มข้นของกรดอิริทอร์บิก (%)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		สี	รสชาติ	ความชอบรวม
0	0	6.27 ± 1.13	8.70 ± 0.84	5.87 ± 0.92
	0.25	6.40 ± 0.63	9.10 ± 0.63	5.90 ± 0.87
	0.50	6.40 ± 0.85	8.97 ± 1.23	6.10 ± 0.74
0.5	0	7.73 ± 0.75	8.33 ± 0.99	6.87 ± 1.11
	0.25	8.63 ± 1.11	9.00 ± 0.90	7.83 ± 1.05
	0.50	8.40 ± 0.97	8.83 ± 0.88	7.80 ± 0.86
1.0	0	8.43 ± 1.08	6.80 ± 1.03	6.03 ± 0.93
	0. 25	8.60 ± 1.12	6.83 ± 0.92	6.17 ± 0.86
	0.50	8.67 ± 0.88	6.83 ± 0.86	6.13 ± 0.99

ตารางที่ 4.54 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากความเข้มข้นของกรดซิตริก (A) และความเข้มข้นของกรดอิริทอร์บิก (B)

sov	ค่า F ของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส			ค่า F จากตาราง
	สี	รสชาติ	ความชอบรวม	
A	64.458*	65.654*	37.340*	3.08
B	2.113	1.756	2.780	3.08
AB	0.732	0.443	1.380	2.45

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ความเข้มข้นของกรดซิตริกมีผลต่อการยอมรับด้านสี รสชาติ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับด้านสี รสชาติ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากความเข้มข้นของกรดซิตริกแสดงดังตารางที่ 4.55

ตารางที่ 4.55 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับด้านสี รสชาติ และความชอบรวมของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากความเข้มข้นของกรดซิตริก

ความเข้มข้นของกรดซิตริก (%)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	สี	รสชาติ	ความชอบรวม
0	$6.36^{b} \pm 0.88$	$8.92^{a} \pm 0.92$	$5.96^{b} \pm 0.80$
0.5	$8.26^{a} \pm 1.06$	$8.72^{a} \pm 0.95$	$7.50^{a} \pm 1.09$
1.0	$8.57^{a} \pm 1.01$	$6.82^{b} \pm 0.92$	$6.11^{b} \pm 0.91$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการทดลองหาภาวะที่เหมาะสมในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล โดยวัดระดับการเกิดสีน้ำตาล (รูปที่ 4.15) พบว่า การใช้กรดอิริทอร์บิกเพียงอย่างเดียวไม่มีผลต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล($p > 0.05$) การใช้กรดซิตริกร่วมกับกรดอิริทอร์บิกมีผลต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล($p \leq 0.05$) การใช้กรดซิตริกเพียงอย่างเดียวมีผลต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล($p \leq 0.05$) แต่การใช้กรดซิตริก 1 % คะแนนด้านรสชาติจะลดลง($p \leq 0.05$) เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยว (ตารางที่ 4.55) จึงเลือกภาวะในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลสำหรับชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง คือ แช่ในสารละลายผสมของกรดซิตริก 0.50 % และกรดอิริทอร์บิก 0.25 % ใช้เวลาแช่ในสารละลาย 5 นาที

4. ศึกษาผลของระดับความสุกของมะม่วงและสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่มีต่อคุณภาพของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง

นำมะม่วงที่บ่มนาน 3 และ 4 วัน มาปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1.0 % และเวลาที่ใช้แช่ในสารละลายนาน 10 นาที ซึ่งเป็นภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในมะม่วงน้ำดอกไม้ แล้ววัดความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็งได้ผลดังตารางที่ 4.56 และประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสได้ผลดังตารางที่ 4.57

ตารางที่ 4.56 ความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เมื่อใช้มะม่วงที่มีระดับความสุกต่างกัน

ระดับความสุกของมะม่วง (จำนวนวันที่ใช้บ่ม)	ความแน่นเนื้อ^{ns} (นิวตัน) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3	2.21 ± 0.18
4	2.02 ± 0.12

ns ไม่แตกต่างกัน($p>0.05$)

ตารางที่ 4.57 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เมื่อใช้มะม่วงที่มีระดับความสุกต่างกัน

ระดับความสุกของมะม่วง (จำนวนวันที่ใช้บ่ม)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	กลิ่นรส^{ns}	ลักษณะเนื้อสัมผัส^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
3	8.37 ± 0.95	8.20 ± 0.73	8.07 ± 1.00
4	8.73 ± 0.84	7.93 ± 0.90	7.80 ± 1.25

ns ไม่แตกต่างกัน($p>0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามะม่วงที่บ่มนาน 3 และ 4 วัน เมื่อนำมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1.0 % นาน 10 นาที จะมีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่มะม่วงที่บ่มนาน 3 วัน จะมีความแน่นเนื้อมากกว่า และเมื่อประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า มะม่วงที่บ่มนาน 3 และ 4 วัน มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกัน($p>0.05$) เช่นกัน แต่มะม่วงที่บ่มนาน 3 วัน จะมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากกว่า ดังนั้น จึงเลือกมะม่วงที่บ่มนาน 3 วัน มาศึกษาการเปลี่ยนคุณภาพของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บต่อไป

5. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บ โดยปัจจัยที่ศึกษา คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง 2 ชนิด ได้แก่ air blast freezer และ cryogenic freezer การเตรียมชิ้นมะม่วงก่อนการแช่เยือกแข็ง มี 2 วิธี คือ ชิ้นมะม่วงที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลายผสมของกรดซิตริกและกรดอิริทอร์บิก และในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (control) กับชิ้นมะม่วงที่ผ่านการแช่ในสารละลายผสมของกรดซิตริกและกรดอิริทอร์บิกแล้วแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (treated) และระยะเวลาเก็บชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 25 สัปดาห์ สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทุก 5 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาเก็บ ดังนี้

5.1 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักหลังแช่เยือกแข็ง การสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็ง และความแน่นเนื้อ ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน ได้ผลดังตารางที่ 4.58 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางกายภาพของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนการแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.59

ตารางที่ 4.58 คุณภาพทางกายภาพของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน

ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	การเตรียมมะม่วง	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
			การสูญเสียน้ำหนักหลังแช่เยือกแข็ง (%)	การสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็ง (%)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)
air blast freezer	control	0	1.60 ± 0.08	2.65± 0.20	1.65 ± 0.07
		5	1.51 ± 0.11	3.01 ± 0.08	1.57 ± 0.08
		10	1.62 ± 0.11	3.38 ± 0.04	1.50 ± 0.13
		15	1.57 ± 0.13	3.78 ± 0.20	1.42 ± 0.17
		20	1.58 ± 0.11	4.01 ± 0.08	1.32 ± 0.10
		25	1.66 ± 0.14	4.14 ± 0.16	1.35 ± 0.13
	treated	0	1.58 ± 0.06	2.32 ± 0.08	1.95 ± 0.13
		5	1.59 ± 0.11	2.45 ± 0.13	1.90 ± 0.11
		10	1.63 ± 0.06	2.95 ± 0.20	1.70 ± 0.14
		15	1.65 ± 0.06	2.76 ± 0.06	1.77 ± 0.10
		20	1.62 ± 0.08	3.40 ± 0.14	1.55 ± 0.07
		25	1.59 ± 0.10	3.61 ± 0.20	1.60 ± 0.11
cryogenic freezer	control	0	1.53 ± 0.04	2.18 ± 0.24	2.10 ± 0.11
		5	1.58 ± 0.10	2.32 ± 0.14	1.95 ± 0.08
		10	1.63 ± 0.12	2.42 ± 0.10	1.98 ± 0.11
		15	1.59 ± 0.13	3.01 ± 0.13	1.80 ± 0.12
		20	1.65 ± 0.06	2.98 ± 0.11	1.75 ± 0.06
		25	1.62 ± 0.08	2.79 ± 0.69	1.68 ± 0.11
	treated	0	1.57 ± 0.07	1.91 ± 0.15	2.42 ± 0.16
		5	1.61 ± 0.08	2.01 ± 0.08	2.35 ± 0.13
		10	1.59 ± 0.10	2.21 ± 0.14	2.20 ± 0.07
		15	1.54 ± 0.04	2.37 ± 0.09	2.22 ± 0.14
		20	1.64 ± 0.08	2.35 ± 0.17	2.19 ± 0.11
		25	1.58 ± 0.11	2.55 ± 0.07	2.10 ± 0.14

ตารางที่ 4.59 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางกายภาพของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง (A) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง (B) และระยะเวลาเก็บ (C)

SOV	ค่า F ของคุณภาพทางกายภาพ			ค่า F จากตาราง
	การสูญเสียน้ำหนักหลังแช่เยือกแข็ง	การสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็ง	ความแน่นเนื้อ	
A	0.045	190.428*	180.724*	4.26
B	0.033	72.462*	91.935*	4.26
C	0.451	34.007*	10.758*	2.62
AB	0.335	3.020	1.915	4.26
AC	0.387	4.752*	0.337	2.62
BC	0.268	2.211	0.564	2.62
ABC	0.265	0.287	0.233	2.62

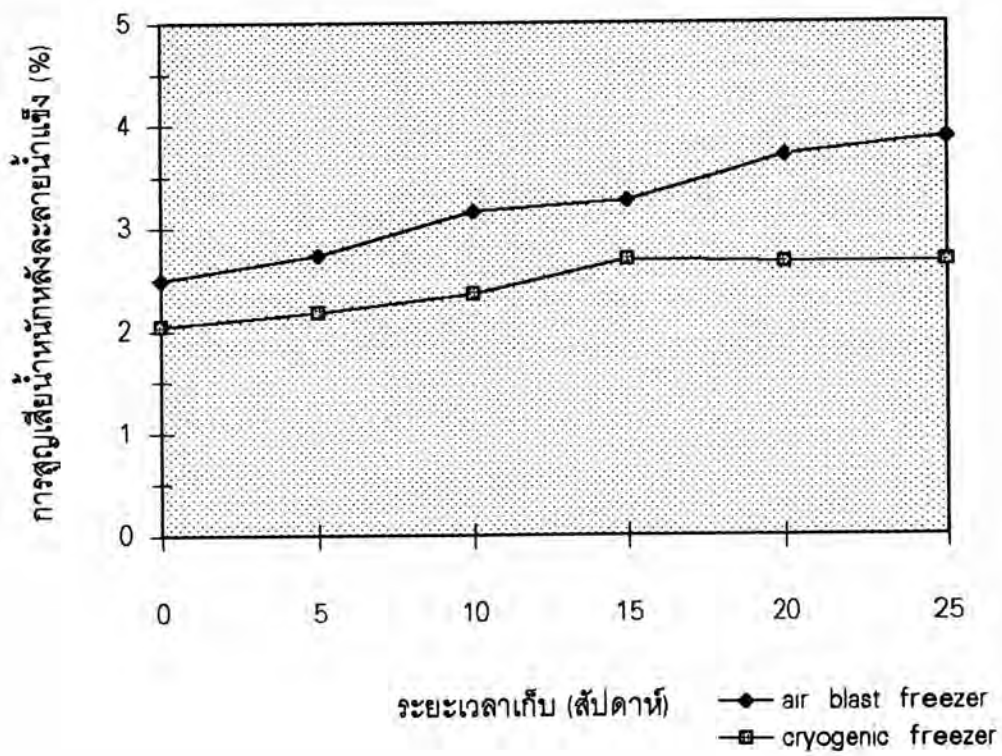
* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยทั้งสามปัจจัยไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง($p>0.05$) ปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) คือ ชนิดของเครื่องแช่แข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง ระยะเวลาเก็บ และอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ โดยค่าเฉลี่ยของการสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งแสดงดังตารางที่ 4.60 และผลของอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บแสดงดังรูปที่ 4.16 ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ โดยค่าเฉลี่ยของความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็งเนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.61-4.62 และรูปที่ 4.17 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.60 ค่าเฉลี่ยของการสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เมื่อเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งต่างกัน

การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของการสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็ง (%) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
control	$3.05^{a} \pm 0.66$
treated	$2.57^{b} \pm 0.52$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.16 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างของชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บที่มีต่อการสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง

ตารางที่ 4.61 ค่าเฉลี่ยของความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง

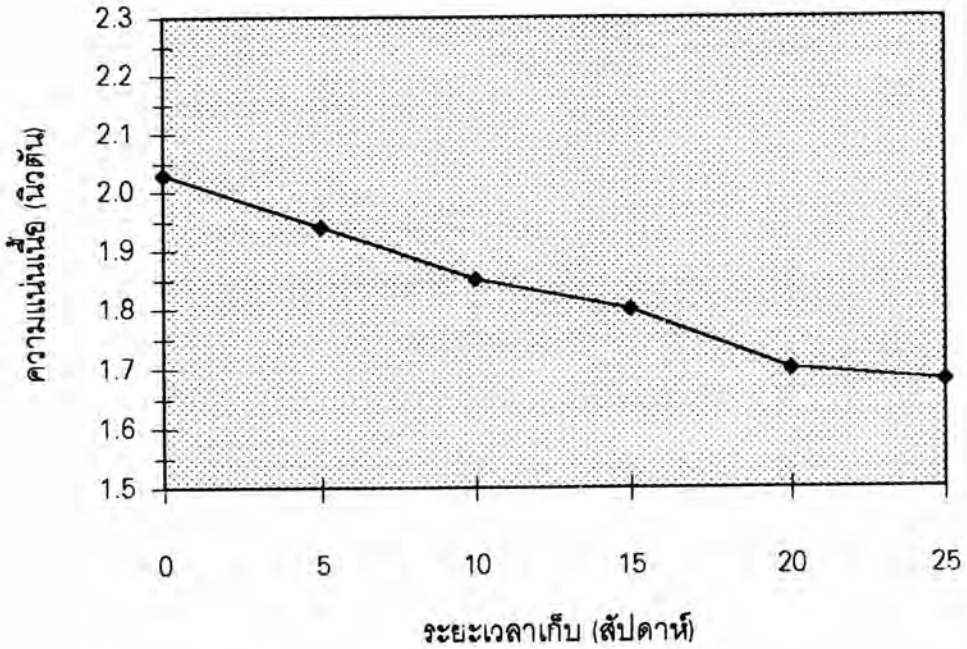
ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
air blast freezer	$1.61^{b} \pm 0.21$
cryogenic freezer	$2.06^{a} \pm 0.24$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.62 ค่าเฉลี่ยของความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งหลังละลายน้ำแข็ง เมื่อเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งต่างกัน

การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
control	$1.67^{b} \pm 0.26$
treated	$1.99^{a} \pm 0.30$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.17 ผลของระยะเวลาเก็บที่มีต่อความแน่นเนื้อของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง

ผลของชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่า ปัจจัยทั้งสามปัจจัยไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักหลังแช่เยือกแข็ง ($p>0.05$) ชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer จะสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งน้อยกว่า และมีความแน่นเนื้อมากกว่าชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่แช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer ($p\leq0.05$) ที่ทุกระยะเวลาเก็บ การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งจะสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งลดลง ขณะเดียวกันความแน่นเนื้อจะเพิ่มขึ้น ($p\leq0.05$) และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น การสูญเสียน้ำหนักหลังละลายน้ำแข็งจะเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันความแน่นเนื้อจะลดลง ($p\leq0.05$)

5.2 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เมื่อเก็บไว้ที่ -18 องศาเซลเซียส โดยวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (กรดซิตริก) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน แสดงผลดังตารางที่ 4.63 และวิเคราะห์ระดับการเกิดสีน้ำตาล โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ปริมาณวิตามินซี และปริมาณ β-carotene ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน แสดงผลดังตารางที่ 4.64 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางเคมีของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่แข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.65

ตารางที่ 4.63 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (กรดซิตริก) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน

ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	การเตรียมมะม่วง	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
			pH	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%)	TSS (^{0}Brix)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%)
air blast freezer	control	0	4.39 ± 0.08	0.27 ± 0.01	16.60 ± 0.28	14.76 ± 0.42
		5	4.40 ± 0.06	0.27 ± 0.04	16.48 ± 0.60	14.65 ± 0.42
		10	4.47 ± 0.10	0.20 ± 0.07	16.83 ± 0.81	15.15 ± 0.56
		15	4.48 ± 0.08	0.25 ± 0.03	17.00 ± 1.06	15.31 ± 0.42
		20	4.46 ± 0.11	0.26 ± 0.03	16.93 ± 0.81	15.33 ± 0.60
		25	4.46 ± 0.08	0.26 ± 0.04	15.58 ± 0.50	14.15 ± 0.20
	treated	0	4.45 ± 0.07	0.25 ± 0.03	15.98 ± 0.74	14.40 ± 0.42
		5	4.46 ± 0.08	0.25 ± 0.01	16.23 ± 0.39	15.66 ± 0.50
		10	4.48 ± 0.08	0.23 ± 0.04	17.05 ± 0.35	15.12 ± 0.28
		15	4.52 ± 0.12	0.23 ± 0.03	16.10 ± 0.71	14.50 ± 0.42
		20	4.46 ± 0.07	0.25 ± 0.03	16.35 ± 049	14.62 ± 0.28
		25	4.52 ± 0.10	0.23 ± 0.04	15.93 ± 0.67	14.45 ± 0.21
cryogenic freezer	control	0	4.50 ± 0.12	0.24 ± 0.04	16.83 ± 0.88	15.20 ± 0.57
		5	4.45 ± 0.07	0.26 ± 0.03	16.68 ± 0.39	14.82 ± 0.42
		10	4.40 ± 0.11	0.27 ± 0.04	17.08 ± 0.60	15.28 ± 0.38
		15	4.46 ± 0.07	0.25 ± 0.03	16.33 ± 0.74	14.65 ± 0.57
		20	4.48 ± 0.08	0.25 ± 0.06	16.50 ± 0.57	14.72 ± 0.17
		25	4.43 ± 0.07	0.26 ± 0.05	16.40 ± 0.21	14.70 ± 0.14
	treated	0	4.53 ± 0.08	0.22 ± 0.04	15.58 ± 0.74	14.15 ± 0.21
		5	4.48 ± 0.08	0.25 ± 0.06	16.13 ± 0.39	14.58 ± 0.42
		10	4.52 ± 0.16	0.22 ± 0.04	16.78 ± 0.60	14.75 ± 0.28
		15	4.50 ± 0.16	0.24 ± 0.06	15.20 ± 0.21	14.05 ± 0.14
		20	4.45 ± 0.10	0.25 ± 0.04	16.32 ± 0.32	14.60 ± 0.29
		25	4.53 ± 0.14	0.22 ± 0.04	16.80 ± 0.71	15.15 ± 0.20

ตารางที่ 4.64 ระดับการเกิดสีน้ำตาล โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ปริมาณวิตามินซี และปริมาณ β-carotene ของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน

ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	การเตรียมมะม่วง	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
			ระดับการเกิดสีน้ำตาล(OD_{420})	ปริมาณวิตามินซี (mg/100g)	ปริมาณ β-carotene (mg/100g)
air blast freezer	control	0	0.168 ± 0.011	8.00 ± 0.11	2.67 ± 0.24
		5	0.175 ± 0.006	6.87 ± 0.41	2.46 ± 0.08
		10	0.186 ± 0.020	5.62 ± 0.15	2.50 ± 0.13
		15	0.200 ± 0.014	4.41 ± 0.15	2.41 ± 0.08
		20	0.215 ± 0.020	3.24 ± 0.19	2.36 ± 0.06
		25	0.228 ± 0.018	2.00 ± 0.55	2.22 ± 0.13
	treated	0	0.118 ± 0.011	6.56 ± 0.22	2.60 ± 0.06
		5	0.112 ± 0.010	5.60 ± 0.42	2.51 ± 0.08
		10	0.123 ± 0.014	4.46 ± 0.33	2.53 ± 0.13
		15	0.135 ± 0.007	3.43 ± 0.33	2.40 ± 0.13
		20	0.132 ± 0.012	2.53 ± 0.18	2.37 ± 0.13
		25	0.140 ± 0.014	1.21 ± 0.15	2.29 ± 0.05
cryogenic freezer	control	0	0.138 ± 0.012	8.83 ± 0.27	2.58 ± 0.11
		5	0.144 ± 0.013	7.67 ± 0.45	2.50 ± 0.13
		10	0.165 ± 0.010	6.46 ± 0.21	2.50 ± 0.07
		15	0.155 ± 0.014	5.06 ± 0.30	2.42 ± 0.13
		20	0.175 ± 0.013	3.61 ± 0.16	2.30 ± 0.14
		25	0.187 ± 0.013	2.21 ± 0.28	2.25 ± 0.06
	treated	0	0.101 ± 0.008	7.35 ± 0.33	2.64 ± 0.06
		5	0.098 ± 0.008	6.39 ± 0.40	2.52 ± 0.08
		10	0.102 ± 0.011	4.91 ± 0.15	2.45 ± 0.07
		15	0.100 ± 0.008	3.78 ± 0.11	2.48 ± 0.11
		20	0.095 ± 0.008	2.65 ± 0.14	2.42 ± 0.08
		25	0.110 ± 0.004	1.31 ± 0.22	2.33 ± 0.04

ตารางที่ 4.65 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางเคมีของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง (A) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง (B) และระยะเวลาเก็บ (C)

SOV	ค่า F ของคุณภาพทางเคมี							ค่า F จากตาราง
	pH	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้	TSS	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	ระดับการเกิดสีน้ำตาล	ปริมาณวิตามินซี	ปริมาณ β-carotene	
A	0.332	0.726	0.040	0.110	71.123*	41.064*	0.050	4.26
B	2.514	4.457*	5.042*	7.731*	320.122*	197.117*	0.980	4.26
C	0.189	0.123	1.838	1.767	9.298*	503.494*	9.866*	2.62
AB	0.084	0.111	0.332	0.148	1.642	1.242	0.353	4.26
AC	0.406	0.268	1.482	2.215	0.979	1.911	0.190	2.62
BC	0.220	0.160	1.483	2.257	3.092*	1.734	0.219	2.62
ABC	0.165	0.068	0.191	0.786	0.126	0.154	0.286	2.62

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยทั้งสามปัจจัยไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่าง ของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง($p>0.05$) ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (กรดซิตริก) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) คือ การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง แสดงดังตารางที่ 4.66 ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการเกิดสีน้ำตาลอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง ระยะเวลาเก็บ และอิทธิพลร่วมระหว่างการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ โดยค่าเฉลี่ยของระดับการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง แสดงดังตารางที่ 4.67 ส่วนผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการเตรียมมะม่วงก่อนการแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ แสดงดังรูปที่ 4.18 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณวิตามินซีที่เหลือในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.68-4.69 และรูปที่ 4.19 ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ β-carotene อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) คือ ระยะเวลาเก็บ ค่าเฉลี่ยของปริมาณ β-carotene เนื่องจากระยะเวลาเก็บแสดงดังรูปที่ 4.20

ตารางที่ 4.66 ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งเนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง

การเตรียมมะม่วง	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	pH^{ns}	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%)	TSS (^{0}Brix)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด(%)
control	4.45 ± 0.07	0.26^a ± 0.03	16.60^a ± 0.62	14.89^a ± 0.47
treated	4.49 ± 0.08	0.21^b ± 0.03	16.20^b ± 0.65	14.58^b ± 0.40

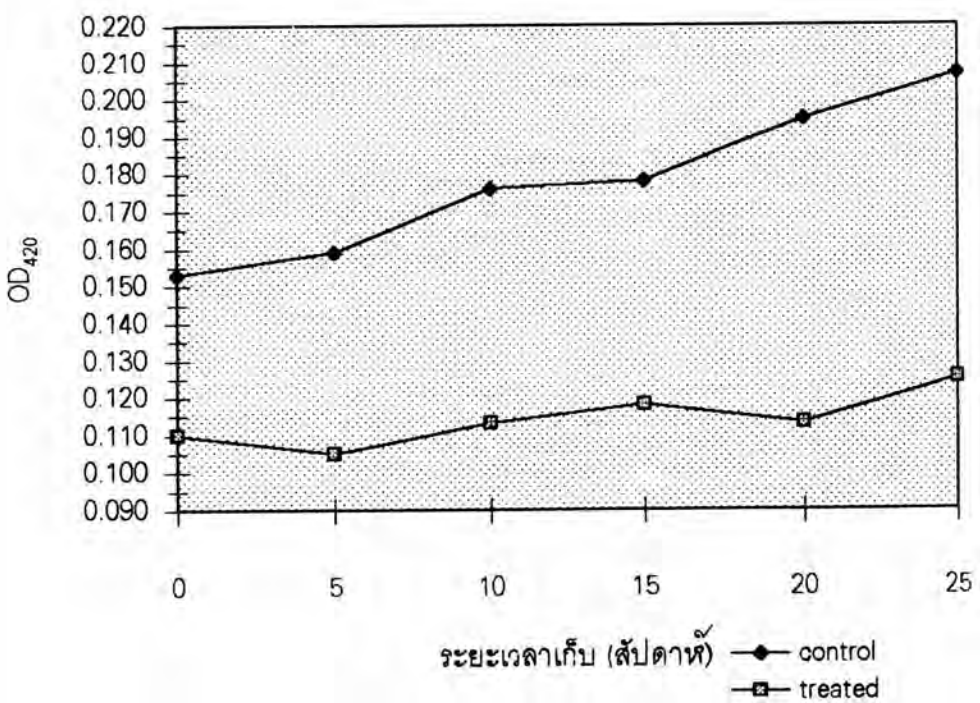
a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ns ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.67 ค่าเฉลี่ยของระดับการเกิดสีน้ำตาลโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ของชิ้นมะม่วงน้ำดอกไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง

ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของระดับการเกิดสีน้ำตาล (OD_{420}) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
air blast freezer	$0.161^{a} \pm 0.004$
cryogenic freezer	$0.131^{b} \pm 0.003$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.18 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บที่มีต่อระดับการเกิดสีน้ำตาลของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง

ตารางที่ 4.68 ค่าเฉลี่ยของปริมาณวิตามินซีที่เหลือในชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง

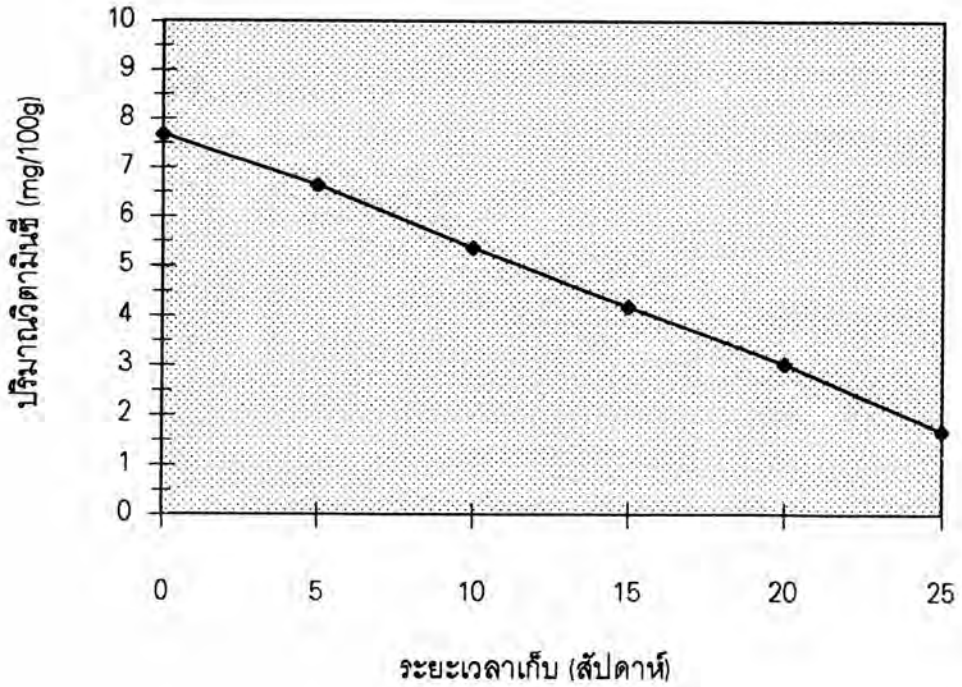
ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของปริมาณวิตามินซี (mg/100g) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
air blast freezer	$4.49^{b} \pm 2.06$
cryogenic freezer	$5.02^{a} \pm 2.33$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

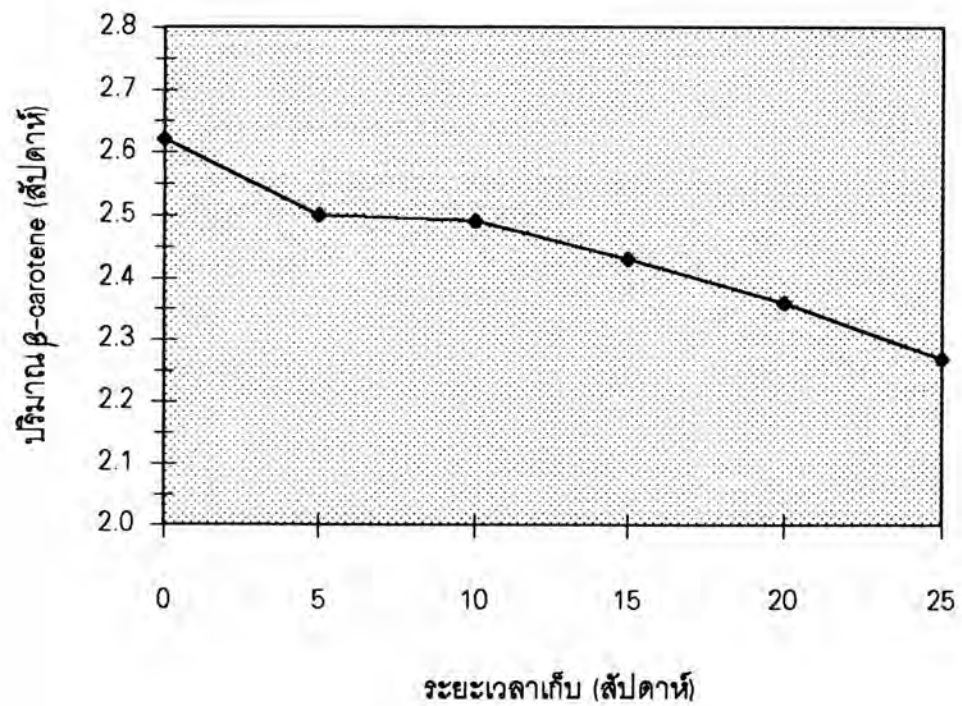
ตารางที่ 4.69 ค่าเฉลี่ยของปริมาณวิตามินซีที่เหลือในชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง

การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของปริมาณวิตามินซี (mg/100g) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
control	$5.33^{a} \pm 2.35$
treated	$4.18^{b} \pm 2.01$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.19 ผลของระยะเวลาเก็บที่มีต่อปริมาณวิตามินซีที่เหลือในชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง



รูปที่ 4.20 ผลของระยะเวลาเก็บที่มีต่อปริมาณ β-carotene ในชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง

ผลของชนิดเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บที่มีต่อคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ พบว่า ปัจจัยทั้งสามปัจจัยไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่าง ($p>0.05$) ชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer มีระดับการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่า และมีปริมาณวิตามินซีมากกว่า ชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่แช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer ($p\leq0.05$) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ระดับการเกิดสีน้ำตาล และปริมาณวิตามินซีลดลง ($p\leq0.05$) และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น ระดับการเกิดสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณวิตามินซี และปริมาณ β-carotene จะลดลง ($p\leq0.05$)

5.3 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์

การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน ได้ผลดังตารางที่ 4.70 โดยแสดงในรูปของค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และค่า log ของจำนวนยีสต์และรา ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางจุลินทรีย์ของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.71

ตารางที่ 4.70 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน

ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	การเตรียมมะม่วง	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
			ค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	ค่า log ของจำนวนยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)
air blast freezer	control	0	3.98 ± 0.11	2.85 ± 0.06
		5	3.83 ± 0.01	2.75 ± 0.04
		10	3.48 ± 0.11	2.56 ± 0.02
		15	3.18 ± 0.11	2.27 ± 0.04
		20	2.98 ± 0.11	1.94 ± 0.08
		25	2.49 ± 0.07	1.60 ± 0.08
	treated	0	3.82 ± 0.03	2.75 ± 0.06
		5	3.66 ± 0.06	2.65 ± 0.04
		10	3.32 ± 0.09	2.44 ± 0.08
		15	3.00 ± 0.06	2.15 ± 0.07
		20	2.82 ± 0.01	1.79 ± 0.13
		25	2.42 ± 0.09	1.45 ± 0.21
cryogenic freezer	control	0	4.05 ± 0.04	2.93 ± 0.04
		5	3.88 ± 0.08	2.83 ± 0.04
		10	3.55 ± 0.06	2.64 ± 0.09
		15	3.21 ± 0.08	2.33 ± 0.04
		20	3.04 ± 0.06	2.06 ± 0.06
		25	2.64 ± 0.01	1.75 ± 0.06
	treated	0	3.88 ± 0.01	2.83 ± 0.07
		5	3.72 ± 0.06	2.76 ± 0.05
		10	3.39 ± 0.06	2.57 ± 0.04
		15	3.05 ± 0.05	2.21 ± 0.21
		20	2.85 ± 0.06	1.92 ± 0.15
		25	2.33 ± 0.04	1.42 ± 0.17

ตารางที่ 4.71 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางจุลินทรีย์ของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ไม้แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง (A) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง (B) และระยะเวลาเก็บ (C)

SOV	ค่า F ของคุณภาพทางจุลินทรีย์		ค่า F จากตาราง
	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด	จำนวนยีสต์และรา	
A	6.377*	9.718*	4.26
B	73.434*	21.865*	4.26
C	496.787*	216.122*	2.02
AB	0.987	0.073	4.26
AC	0.110	0.159	2.62
BC	0.060	0.688	2.62
ABC	1.023	0.375	2.62

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดและจำนวนยีสต์และรา ในชิ้นมะม่วงน้ำโชคอนันต์แช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ โดยค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.72-4.73 และรูปที่ 4.21 ส่วนค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนยีสต์และรา เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.74-4.75 และรูปที่ 4.22

ตารางที่ 4.72 ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง

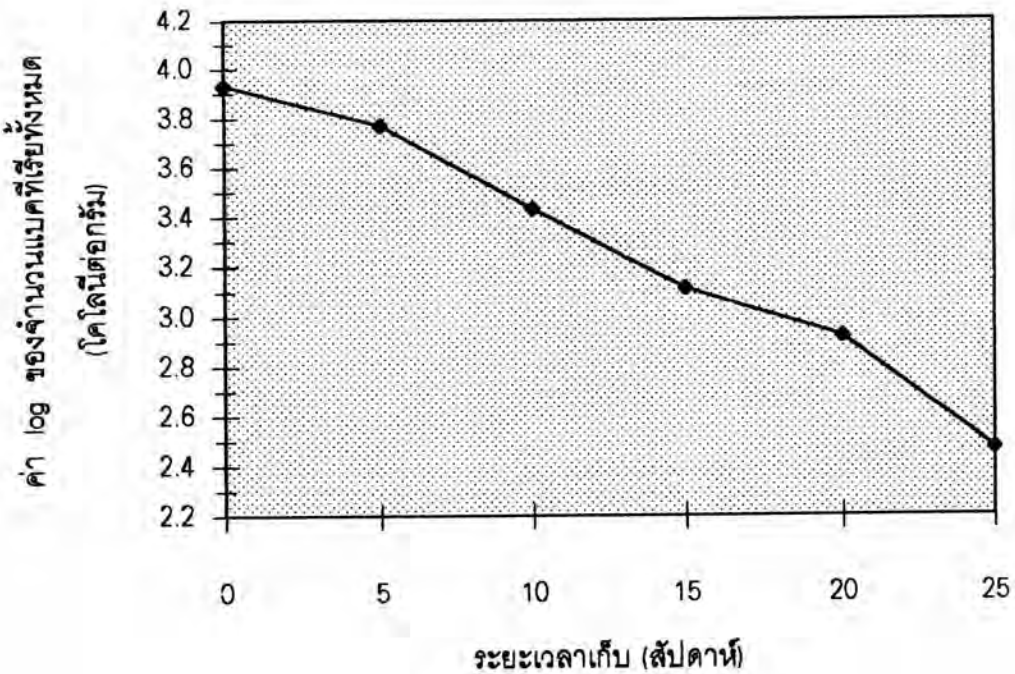
ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
air blast freezer	$3.25^{b} \pm 0.52$
cryogenic freezer	$3.30^{a} \pm 0.53$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.73 ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง

การเตรียมมะม่วง	ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
control	$3.36^{a} \pm 0.51$
treated	$3.19^{b} \pm 0.52$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.21 ผลของระยะเวลาเก็บที่มีต่อค่า log ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง

ตารางที่ 4.74 ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนยีสต์และราในชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งเนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง

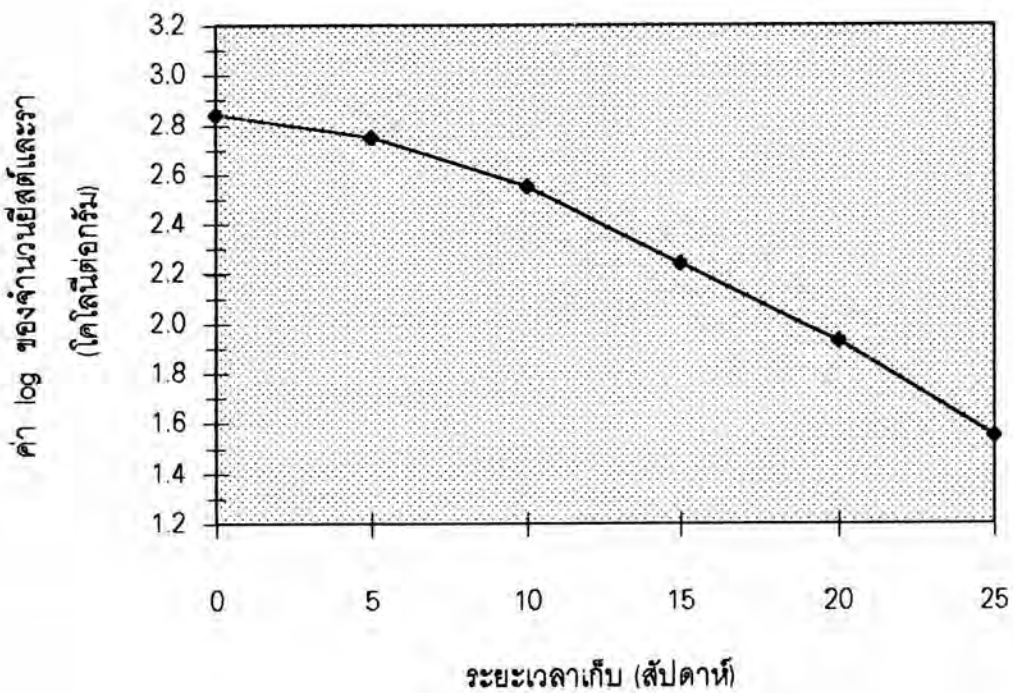
ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนยีสต์และรา ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
air blast freezer	$2.26^{b} \pm 0.47$
cryogenic freezer	$2.35^{a} \pm 0.48$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.75 ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนยีสต์และราในชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งเนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง

การเตรียมมะม่วง	ค่าเฉลี่ยของค่า log ของจำนวนยีสต์และรา ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
control	$2.37^{a} \pm 0.45$
treated	$2.24^{b} \pm 0.50$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.22 ผลของระยะเวลาเก็บที่มีต่อค่า log ของจำนวนยีสต์และราในชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง

ผลของชนิดเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บที่มีผลต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ พบว่า ชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezeer มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา มากกว่าชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่แช่เยือกแข็งด้วย air blast freezeer ($p \leq 0.05$) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง จะลดจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา ($p \leq 0.05$) และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้นจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และจำนวนยีสต์และราจะลดลง ($p \leq 0.05$)

5.4 การประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยทดสอบด้านสี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน ได้ผลดังตารางที่ 4.76 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บแสดงดังตารางที่ 4.77

ตารางที่ 4.76 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาเก็บต่างกัน

ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	การเตรียมมะม่วง	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
			สี	กลิ่นรส	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
air blast freezer	control	0	7.33 ± 0.83	8.08 ± 0.73	7.42 ± 0.56	6.58 ± 0.70
		5	7.29 ± 0.66	8.17 ± 0.94	7.08 ± 0.82	6.33 ± 0.65
		10	6.79 ± 0.78	8.08 ± 0.70	7.17 ± 0.65	6.42 ± 1.00
		15	6.83 ± 0.94	8.21 ± 0.66	6.58 ± 0.67	6.29 ± 0.54
		20	6.54 ± 0.66	7.96 ± 0.86	6.17 ± 0.72	6.00 ± 0.56
		25	6.38 ± 0.68	8.04 ± 0.86	6.25 ± 0.81	5.79 ± 0.54
	treated	0	8.21 ± 0.69	8.00 ± 0.71	8.00 ± 0.80	7.63 ± 0.71
		5	8.08 ± 0.95	8.04 ± 0.62	7.50 ± 0.48	7.50 ± 0.48
		10	7.79 ± 0.62	8.13 ± 0.61	7.67 ± 1.01	7.17 ± 0.69
		15	7.83 ± 0.65	8.21 ± 0.75	7.21 ± 0.78	7.38 ± 0.77
		20	7.75 ± 0.62	8.04 ± 0.69	6.88 ± 0.96	7.13 ± 0.68
		25	7.25 ± 0.72	7.96 ± 0.69	6.58 ± 0.93	6.88 ± 0.48
cryogenic freezer	control	0	7.96 ± 0.78	8.04 ± 0.86	7.79 ± 0.72	7.33 ± 0.98
		5	7.96 ± 0.75	8.08 ± 0.76	7.54 ± 0.78	7.25 ± 0.58
		10	7.67 ± 0.62	8.17 ± 0.81	7.58 ± 0.87	6.83 ± 0.62
		15	7.00 ± 1.00	8.08 ± 0.76	7.46 ± 0.96	6.50 ± 0.71
		20	7.29 ± 0.81	8.08 ± 1.08	6.96 ± 0.94	6.58 ± 0.51
		25	7.38 ± 0.61	8.25 ± 0.45	6.54 ± 0.54	6.25 ± 0.78
	treated	0	8.54 ± 0.89	8.13 ± 0.74	8.58 ± 0.82	8.17 ± 0.62
		5	8.38 ± 0.83	8.04 ± 0.94	8.42 ± 0.97	8.13 ± 0.77
		10	8.67 ± 0.98	8.00 ± 0.85	7.96 ± 0.54	7.75 ± 0.54
		15	8.38 ± 0.53	8.21 ± 0.58	8.13 ± 0.93	7.88 ± 0.68
		20	8.38 ± 0.48	8.25 ± 0.75	7.79 ± 0.69	7.54 ± 0.72
		25	8.00 ± 0.60	8.13 ± 0.68	7.54 ± 0.58	7.58 ± 0.47

ตารางที่ 4.77 ค่า F ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง (A) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง (B) และระยะเวลาเก็บ (C)

SOV	ค่า F ของการยอมรับทางประสาทสัมผัส				ค่า F จากตาราง
	สี	กลิ่นรส	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม	
A	48.539*	0.246	48.033*	48.648*	3.88
B	101.272*	0.013	47.011*	170.039*	3.88
C	6.927*	0.128	15.858*	9.201*	2.25
AB	0.384	0.036	1.496	0.002	3.88
AC	1.014	0.235	0.839	0.529	2.25
BC	1.210	0.163	0.232	0.610	2.25
ABC	0.384	0.096	0.395	0.430	2.25

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยทั้งสามปัจจัยไม่มีผลต่อคะแนนด้านกลิ่นรส($p > 0.05$) ปัจจัยที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ โดยคะแนนเฉลี่ยด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ แสดงดังตารางที่ 4.78-4.79 และรูปที่ 4.23

ตารางที่ 4.78 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง

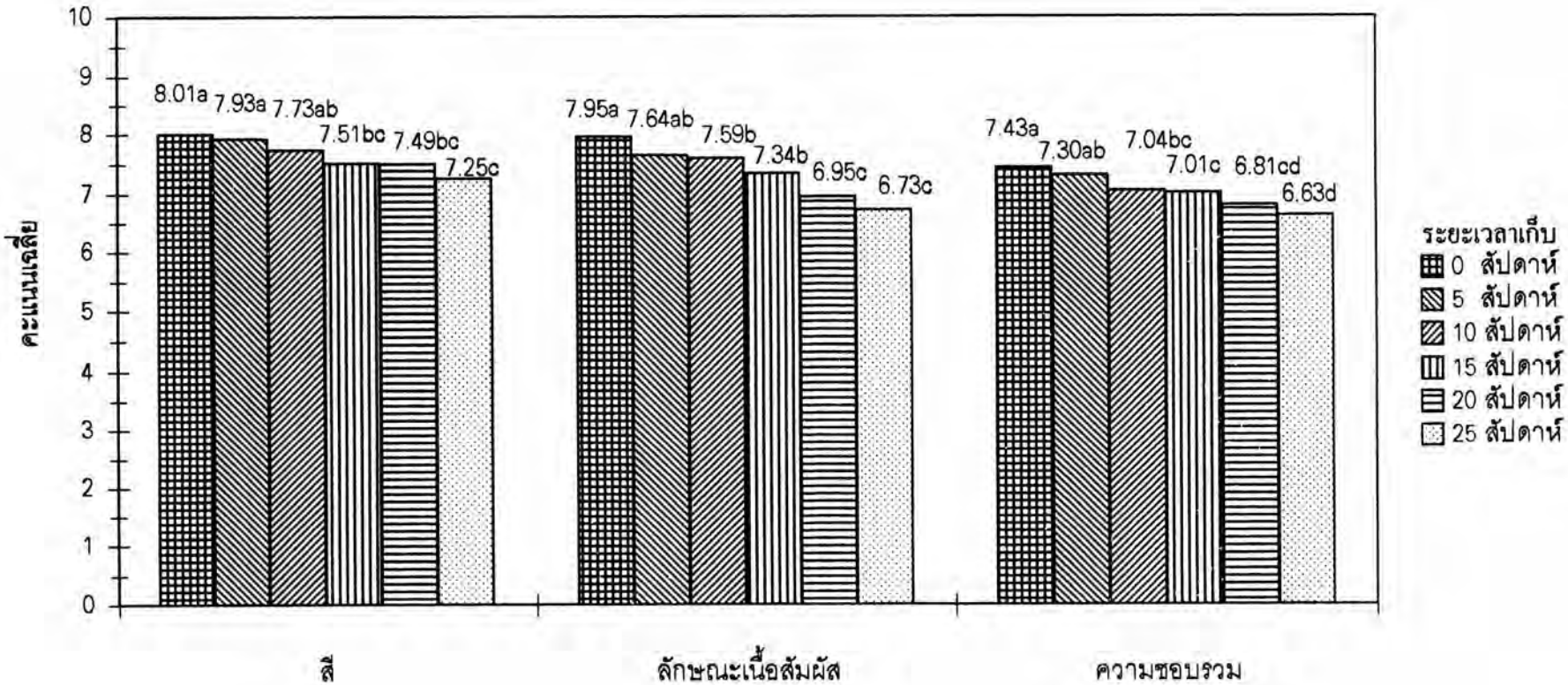
ชนิดของเครื่องแช่เยือกแข็ง	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	สี	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
air blast freezer	$7.34^{b} \pm 0.92$	$7.04^{b} \pm 0.93$	$6.76^{b} \pm 0.86$
cryogenic freezer	$7.97^{a} \pm 0.89$	$7.69^{a} \pm 0.94$	$7.32^{a} \pm 0.90$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.79 คะแนนเฉลี่ยของการยอมรับด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง เนื่องจากการเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง

การเตรียมมะม่วง	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	สี	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
control	$7.20^{b} \pm 0.89$	$7.05^{b} \pm 0.90$	$6.51^{b} \pm 0.80$
treated	$8.10^{a} \pm 0.80$	$7.69^{a} \pm 0.96$	$7.56^{a} \pm 0.72$

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.23 ผลของระยะเวลาเก็บที่มีต่อคะแนนการยอมรับด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของชิ้นมะม่วงโชคอนันต์แช่เยือกแข็ง

ผลของชนิดเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บที่มีต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่า ชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่แช่เยือกแข็งด้วย cryogenic freezer จะมีคะแนนด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากกว่า ชิ้นมะม่วงโชคอนันต์ที่แช่เยือกแข็งด้วย air blast freezer ($p \leq 0.05$) การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์จะมีคะแนนด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้นคะแนนด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์จะลดลง ($p \leq 0.05$) และพบว่าทั้งชนิดเครื่องแช่เยือกแข็ง การเตรียมมะม่วงก่อนแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ ไม่มีผลต่อกลิ่นรส ($p > 0.05$)